

Este documento ha sido descargado de:  
This document was downloaded from:



**Portal *de* Promoción y Difusión  
Pública *del* Conocimiento  
Académico y Científico**

**<http://nulan.mdp.edu.ar>**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONOMICAS Y SOCIALES

# UNA PROPUESTA DE VALUACIÓN DEL CAPITAL HUMANO EN LAS EMPRESAS CON METODOLOGÍAS DIFUSAS

Tesis de Grado  
Licenciatura en Economía

Autor:  
***MARIANO MORETTINI***

Mar del Plata – Febrero de 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE MAR DEL PLATA



FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONOMICAS Y SOCIALES

# UNA PROPUESTA DE VALUACIÓN DEL CAPITAL HUMANO EN LAS EMPRESAS CON METODOLOGÍAS DIFUSAS

Tesis de graduación de la carrera Licenciatura en Economía

Autor:

***MARIANO MORETTINI***

*(Matrícula 17.507/02)*

Director:

*DR. PAULINO EUGENIO MALLO*

Co-director:

*LIC. JORGE OMAR ROBUSCHI*

Comité evaluador:

*DR. PAULINO EUGENIO MALLO*

*LIC. JORGE OMAR ROBUSCHI*

*CR. RAÚL ERNESTO DE VEGA*

*CR. JOSÉ ANTONIO CASTRO*

Mar del Plata – Febrero de 2013

*A mi mamá Elba, que la llevo en el alma  
y a mi hija Emma, a quien, además, llevo en mis brazos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi esposa Celeste y a mi hija Emma, familia que formé mientras cursaba esta carrera, y a quienes resté horas de compañía en pos de la obtención de este título. También a mis padres y hermanos, Raúl, Elba, Gaby y Pucho, por haberme brindado una familia ideal para que pueda desarrollar mis estudios en los comienzos de mi carrera.

A mi director de tesis, Dr. Paulino Eugenio Mallo, por haber sido siempre un ejemplo a seguir en la búsqueda de conocimiento y esfuerzo académico, por haberme dedicado tiempo y brindado el espacio para investigar, escribir, estudiar, enseñar...

A mi co-director de tesis, Mg. Jorge Robuschi, por su paciencia, su generosidad intelectual y por ser un excelente docente.

A mi amiga Dra. Fabiola Baltar, por el invaluable asesoramiento metodológico en un momento importante de la elaboración de la tesis.

A Cristian Merlino y Patricia Santo Mauro, del Centro de Documentación de nuestra Facultad, por la buena predisposición y la ayuda que me brindaron en la búsqueda bibliográfica.

Naturalmente, todos los errores y opiniones deben atribuirse a mi persona.

**UNA PROPUESTA DE VALUACIÓN DEL CAPITAL HUMANO  
EN LAS EMPRESAS CON METODOLOGÍAS DIFUSAS**

*POR MARIANO MORETTINI*

*Resumen*

El capital humano, considerado como el conjunto de capacidades, habilidades, creatividad y valores que poseen las personas y que ponen al servicio de la creación de valor para una empresa o para un país, no está actualmente valuado de manera apropiada por las empresas, aún a pesar de su creciente importancia.

Desde un enfoque macroeconómico, diferentes modelos dan cuenta de la relación entre la inversión y el crecimiento de un país. Además, crecientemente se considera como inversión a la efectuada tanto en capital físico como en capital humano.

Desde un enfoque microeconómico, el desarrollo sobre la valuación del capital humano es mucho menor: podemos pensar en el tratamiento que dan las empresas al capital humano, en cuanto a creación, valuación y exposición del mismo, desde la Economía, la Administración y la Contabilidad, teniendo los distintos abordajes diferentes falencias en cuanto a la determinación del valor del Capital Humano.

Nuestra propuesta es valorar el capital humano mediante la utilización de matemática difusa, aceptando la incertidumbre inherente al tema, justificando la utilización de la metodología difusa a partir de su desarrollo y aplicaciones anteriores y describiendo las ventajas que la misma posee.

*Palabras Clave: capital humano, activos intangibles, matemática difusa*

***A PROPOSAL OF HUMAN CAPITAL VALUATION IN FIRMS  
WITH FUZZY METHODOLOGIES***

*BY MARIANO MORETTINI*

*Abstract*

*Human capital, considered as the capabilities, skills, creativity and ethical values that people use to create value to a firm or country, is not appropriately measured currently by firms, despite their increasing importance.*

*In a macroeconomic scope, different models show the relationship between investment and economic growth. Besides, researchers increasingly consider investment in human capital as much as physical capital in their models of economic growth.*

*In a microeconomic scope, the development of human capital valuation is notoriously minor. We can think in the treatment that firms give to human capital's creation, valuation and exposure, from the Economics, Management, and Accountancy, having all de approaches different weaknesses in determining Human Capital value.*

*Our proposal is to value Human Capital with fuzzy mathematics, admitting its inherent uncertainty, justifying fuzzy logic implementation with previous developments and applications and describing the different advantages of its using in these topics.*

*Key Words: human capital, intangible assets, fuzzy mathematics*

*“La dificultad en determinar el valor del capital humano  
en condiciones de incertidumbre es responsabilidad de la inicial  
falta de un tratamiento sistemático del tema en la economía”*

*(LEV and SCHWARTZ, 1971:104)*





## ÍNDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Índice.....	7
I. Introducción.....	9
II. Marco Teórico: Valuación del Capital Humano en las Empresas.....	21
II.1. Desde la Economía.....	21
II.1.1. Capital Humano genérico y específico.....	21
II.1.2. Tasa de retorno de la educación.....	24
II.1.3. El modelo de Weisbrod.....	26
II.1.4. Otras consideraciones desde la Microeconomía.....	29
II.2. Desde la Administración.....	30
II.2.1. El modelo Skandia Navigator.....	31
II.2.2. El modelo del Banco Bilbao Vizcaya.....	33
II.2.3. El Balanced Scorecard.....	34
II.3. Desde la Contabilidad.....	37
II.3.1. La Contabilidad como sistema de información.....	37
II.3.2. Valuación contable de intangibles.....	43
II.3.3. Complementos a la información contable.....	49
II.3.4. El modelo de Lev – Schwartz.....	51
III. Marco Metodológico.....	55
IV. Nuestra Propuesta.....	65
IV.1. El Estado de Valor Estratégico.....	65
IV.2. Valor Actual Neto en incertidumbre.....	66
IV.2.1. El Valor Actual Neto.....	66
IV.2.2. Consideraciones sobre los flujos de fondos netos.....	69
IV.2.3. Consideraciones sobre la tasa de descuento.....	75
IV.2.4. Caso de aplicación.....	81
IV.3. Análisis del cumplimiento de los requisitos de la información contable.....	87
V. Conclusiones.....	91

Anexo: Conceptos introductorios de Matemática Difusa.....	95
A.1. Lógica difusa y subconjuntos borrosos.....	95
A.2. Números borrosos.....	96
A.3. Distancia entre dos números borrosos.....	99
A.4. Agregación de opiniones de expertos.....	101
A.4.1. Media aritmética.....	102
A.4.2. Media aritmética ponderada.....	102
A.4.3. Método Fuzzy Delphi.....	103
A.4.4. Expertones.....	103
A.5. Funciones de pertenencia y variables lingüísticas.....	104
A.6. Inferencias borrosas y reglas SI – ENTONCES .....	106
A.7. Sistema de Inferencia Borroso Mamdani.....	109
A.8. Sistema de Inferencia Borroso Sugeno.....	111
Bibliografía Consultada.....	113

## I. INTRODUCCIÓN

---

Tal como afirman (SAMUELSON y NORDHAUS, 1995:4), *“La Economía es el estudio de cómo las sociedades utilizan los recursos escasos para producir bienes valiosos y distribuirlos entre las personas”*. (Traducción propia). El objetivo, entonces, es producir bienes para satisfacer necesidades y/o deseos, lo que, debido a la escasez de los recursos, torna fundamental el trabajo eficiente. Así, la escasez y la eficiencia son dos conceptos íntimamente ligados al estudio de la Economía.

Sin lugar a dudas, una parte importante de los recursos que posee un país son sus habitantes, cuyas habilidades y aptitudes deben ser potenciadas y utilizadas lo más eficientemente posible para incrementar la riqueza del país, o de las empresas a las que ofrecen sus servicios.

Si consideramos al Capital Humano como el conjunto de *“...conocimientos, habilidades, actitudes, aptitudes y otras características adquiridas que contribuyen a la producción...”* (GOODE, 1959:147), la importancia del mismo en el crecimiento económico es, consecuentemente, evidente y creciente, por lo que hace más de medio siglo que la literatura macroeconómica se viene ocupando del tema activamente.

Es cierto que ya la obra de Adam Smith llevaba un título que tiene alguna vinculación con el tema, ya que es una *“Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones”*<sup>1</sup>. Incluso Smith comienza su libro de la siguiente manera:

*“El trabajo anual de cada nación es el fondo que en principio la provee de todas las cosas necesarias y convenientes para la vida, y que anualmente consume el país. Dicho fondo se integra siempre, o con el producto inmediato del trabajo, o con lo que mediante dicho producto se compra de otras naciones.*

*De acuerdo con ello, como este producto o lo que con él se adquiere, guarda una proporción mayor o menor con el número de quienes los consumen, la*

---

<sup>1</sup> (SCAGLIONE, 2001) realiza un excelente análisis de la teoría de crecimiento presente en *La Riqueza de las Naciones*. Señala que por un lado se encuentran quienes identifican al progreso técnico como el principal motor de crecimiento (Lowe y Thweatt, por ejemplo) y quienes señalan a la acumulación de capital como fuente del proceso (Eltis y Brewer, por ejemplo).

*nación estará mejor o peor surtida de las cosas necesarias y convenientes apetecidas.*

*Ahora bien, esta proporción se regula en toda nación por dos circunstancias diferentes: la primera, por la aptitud, destreza y sensatez con que generalmente se ejercita el trabajo, y la segunda, por la proporción entre el número de los empleados en una labor útil y aquellos que no lo están. Sea cual fuere el suelo, el clima o la extensión del territorio de una nación, la abundancia o la escasez de su abastecimiento anual depende, en cada situación particular, de aquellas dos circunstancias.”(SMITH, 1776:3)*

Evidentemente hay una referencia casi explícita al concepto de capital humano como determinante del crecimiento económico en estos párrafos iniciales de la principal obra de la ciencia económica, escrita hace casi dos siglos y medio<sup>2</sup>. Y hay algunas otras a lo largo de la misma. Por ejemplo, Smith hace una distinción entre el trabajo de los obreros y el de los maestros, reconociéndoles a éstos últimos una capacidad diferenciada respecto del resto. Por otra parte, en el Capítulo I del Libro V, Smith advierte que la división del trabajo genera en el trabajador que se haga *“todo lo estúpido e ignorante que puede ser una criatura humana”* (SMITH, 1776:687), y destaca el rol del gobierno en evitarlo, proporcionando educación a sus habitantes. Así, los trabajadores no especializados serán los responsables de generar nuevos inventos e incrementar la creatividad.

No obstante este importante antecedente, el estudio sobre el crecimiento económico no tiene un verdadero auge sino hasta bien entrado el siglo XX. Esto se debe, en gran parte, a que los países comenzaron a crecer a un ritmo acelerado recién a partir de la Revolución Industrial. En efecto, desde el año 1 al 1820, el PBI *per capita* mundial creció a una tasa promedio anual de aproximadamente 0,02%, mientras que entre 1820 y 1998 el crecimiento promedio anual fue del 1,2%, es decir, 60 veces más que el período previo. (DE GREGORIO, 2007).

---

<sup>2</sup> Un reciente trabajo (DAVIS *et al*, 2011) demuestra que Adam Smith es el economista anterior al siglo XX que mayor respeto, admiración o reverencia suscita en los economistas actuales, obteniendo el 73,9% de los votos de los 299 encuestados, muy por encima del segundo lugar, David Ricardo, que obtuvo el 35,5% de los votos. Es de destacar que se permitía a los encuestados mencionar hasta 3 economistas.

Los primeros estudios y modelos sobre el crecimiento económico identifican como principal determinante a la inversión en capital físico.

Es de destacar, en este sentido, el modelo de Harrod-Domar. Ambos son postkeynesianos y trabajan con los supuestos de desempleo, salarios rígidos y preponderancia de la inversión tanto en la demanda como en la oferta, considerando al ahorro como un residuo del consumo. Evsey Domar plantea que inversión genera un aumento de capital, o de capacidad productiva, que necesita ser satisfecha para lograr un crecimiento sostenido en el tiempo. Al mismo tiempo, al incrementarse la inversión, se expande el producto, y con él el consumo. La cuestión que planea Domar es cuál es el ritmo de crecimiento de la inversión que asegura que la capacidad productiva que ella misma genera no permanezca ociosa. Roy Harrod, por su parte, plantea que existe una tasa real de crecimiento del ingreso que debe compararse con la tasa garantida de crecimiento, que es la que satisface la igualdad inversión planeada – ahorro planeado. Si la tasa de crecimiento real es superior a la garantida, la inversión real fue mayor a la planeada, pero como eso genera un efecto de exceso de demanda, hay incentivos para que los empresarios sigan invirtiendo, generando presiones inflacionarias. En el caso contrario, habría tendencia al estancamiento por una inversión inferior a la necesaria. Estas dicotomías surgen por el doble rol de la inversión de generador de oferta y de demanda<sup>3</sup>.

Sin embargo, con el perfeccionamiento de los análisis y las contrastaciones empíricas, comenzaron a identificarse nuevos determinantes del crecimiento económico, los cuales pueden clasificarse en dos grupos: por un lado los determinantes económicos, como la inversión en capital físico y humano, el grado de apertura económica, el grado de participación del sector público en la economía, la composición del gasto, etc.; y por otro lado los determinantes sociopolíticos, como la inestabilidad política, la desigualdad del ingreso, el grado de corrupción, las guerras civiles y étnicas, entre otras.

En la segunda mitad del siglo XX, como mencionamos, diversos economistas, entre los que se destaca Robert Solow, se ocuparon de estudiar el papel del capital intangible a escala macroeconómica. Los distintos trabajos de esa época enfatizan la relación existente entre los factores productivos utilizados, y su productividad, con el resultado económico alcanzado.

---

<sup>3</sup> Para un análisis de las evidencias empíricas de los modelos Harrod-Domar en Argentina puede consultarse (ESPERT, 1987).

En otras palabras, el énfasis se pone en la productividad de los factores, y no sólo a la cantidad que de ellos se utiliza, incorporando aquí conceptos tales como la tecnología, capacitación por aprendizaje formal o de la experiencia, etc. Se sientan las bases del desarrollo de investigaciones económicas sobre el capital humano.

(SOLOW, 1956) plantea un modelo donde la producción depende básicamente del nivel de capital por trabajador, el cual se incrementa con la inversión y disminuye por la depreciación. En el punto en que la tasa de inversión iguala a la tasa de depreciación se encontrará el estado estacionario.

En el modelo de Solow podrá determinarse la cantidad producida en base a una función de producción Cobb-Douglas según la cantidad de cada factor que se utilice, habiendo un *gap* entre el valor real y el correspondiente a la estimación matemática, que se ha dado en denominar “progreso tecnológico”, “productividad total de factores” o “residuo de Solow”.

Es indudable que el modelo neoclásico soloviano posee originalidad y representa un avance muy importante en el análisis del crecimiento económico, sin embargo, no está exento de críticas y limitaciones. Así, siguiendo a (BAROSSO-FILHO, GONÇALVES SILVA and MARTINS DINIZ, 2005), podemos mencionar dos que nos parecen de mayor relevancia.

En primer lugar, uno de los supuestos del modelo es que se trata de una economía cerrada, lo cual obviamente no suele suceder en la realidad. (BARRO, MANKIW and SALA-I-MARTIN, 1995) han intentado resolver esta cuestión proponiendo un modelo con economía abierta.

Y en segundo lugar, (LUCAS, 1988) demostró que se consiguen predicciones más compatibles con la realidad si se considera al capital no sólo al físico sino también al humano.

Estas primeras investigaciones acerca de las falencias de las teorías anteriores a la hora de explicar el crecimiento económico en base a la utilización de factores productivos homogéneos e invariables han dado paso a toda una serie de trabajos que se fueron perfeccionando en el discurrir de medio siglo, pero que se centran en el mismo tópico inicial: la importancia del capital humano o, más genéricamente, intangible en el crecimiento económico.

En efecto, uno de los primeros modelos de relevancia al respecto que surgió luego del de Solow fue el de Nelson y Phelps.

Tal como lo afirma ENGELBRECHT (2001), citando a Aghion y Howitt, habría dos enfoques acerca del rol del capital humano en el crecimiento económico: el neoclásico planteado por Solow, según el cual las diferencias en las tasas de acumulación de capital humano determinan diferencias en las tasas de crecimiento entre países; y el de Nelson-Phelps, donde el crecimiento económico de un país y su habilidad para innovar y acercarse a países más avanzados, depende del stock de capital humano que cada uno posea.

Si bien ambos enfoques concluyen que el capital humano es un factor principal para el crecimiento económico, las diferencias entre ambos no son tan sutiles, como veremos a continuación.

Según (NELSON and PHELPS, 1966), la principal diferencia entre su modelo y los anteriores es que en el suyo la educación resulta con un positivo *payoff* sólo si la tecnología se encuentra en constante crecimiento, mientras que en los otros modelos este requisito no es necesario.

Las hipótesis que manejan los autores son que las personas con educación generan innovaciones y, así, se produce una difusión tecnológica. La educación genera una habilidad extra para discernir información útil de la que no lo es y, así, diferenciar ideas exitosas de erróneas.

Las conclusiones que resaltan los autores acerca de su modelo son: a) la relación entre la estructura del capital y el progreso tecnológico, b) el hecho que los retornos a la educación dependen del progreso tecnológico de la economía y c) la sugerencia de que una estructura de capital con mayor participación de capital humano, en relación al capital físico, vuelve más dinámica a la tecnología de una sociedad.

Finalmente, a partir de 1980 se comienzan a construir una serie de modelos de crecimiento económico donde el motor del crecimiento a largo plazo queda explicado dentro del modelo y no fuera de él, como era el caso del progreso tecnológico en el modelo soloviano. Por esta precisa razón se denominó a estos modelos como de crecimiento endógeno. Dentro de los modelos de crecimiento endógeno encontramos los denominados Modelos *AK*, donde se parte del supuesto de una función de producción Cobb-Douglas y se pone el énfasis en el factor tecnológico.



Las diferencias entre los modelos de crecimiento endógeno y los neoclásicos son variadas, pero baste con mencionar en este momento, y siguiendo a (ARGANDOÑA RAMIZ, GAMEZ AMIAN y MOCHÓN MORCILLO, 1996), algunas de ellas: a) en los primeros se admite una tasa positiva de crecimiento del stock de capital *per capita* en el estado estacionario, incluso sin que ninguna variable exógena crezca; b) en los modelos de crecimiento endógeno, la tasa de crecimiento del estado estacionario depende de decisiones tomadas por los agentes económicos; c) en los modelos de crecimiento endógeno no hay rendimientos decrecientes del capital; d) en los modelos *AK* no hay un proceso de transición hacia el estado estacionario y crecen siempre a una tasa constante; e) en los modelos endógenos no se predice convergencia ni condicional ni absoluta entre las economías; f) en los modelos *AK* una pérdida de capital coyuntural se vuelve permanente porque no se predice un mayor crecimiento para compensar dicha pérdida.

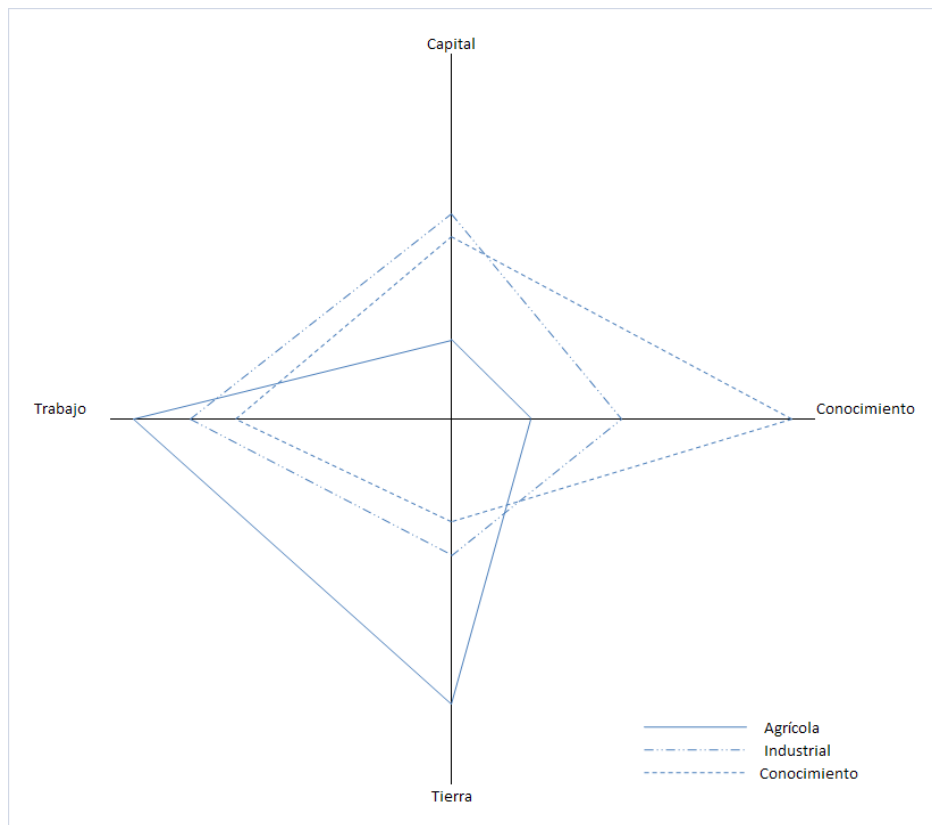
Siguiendo a (ARGANDOÑA RAMIZ, GAMEZ AMIAN y MOCHÓN MORCILLO, 1996), existen cuatro alternativas diferentes para introducir la tecnología *AK* en los modelos de crecimiento endógeno.

- 1) *El trabajo como un tipo de capital.* Desde las primeras lecciones de microeconomía se sabe que el factor trabajo se mide en unidades, que no necesariamente son cantidad de personas. Al medirse el trabajo en cantidades (horas hombre, trabajadores, etc.) y corregir a esa medida por la calidad del mismo, se obtienen unidades de trabajo efectivo, debiéndose esas “correcciones” a la formación formal o informal de los trabajadores, lo cual se relaciona íntimamente con el concepto de capital humano, el cual es asimilable al concepto de capital físico desde el momento en que las propiedades de ambos son similares en cuanto a la forma que tendría la función de producción de cada uno de ellos.
- 2) *Capital privado y bienes públicos.* Esta alternativa consiste en considerar no sólo al capital privado sino también al público, consistente en la justicia, la seguridad, la educación pública, etc. Siendo que estos bienes –también denominados, en algunos casos, como capital social fijo– son necesarios como puntos de partida para que las inversiones privadas florezcan y generen capital, se los puede considerar capital asimilable al privado.

- 3) *Rendimientos crecientes de escala.* Una tercera alternativa es suponer que existen rendimientos crecientes a escala, lo cual es dable en mercados de competencia imperfecta y/o ante la existencia de externalidades.
- 4) *Coexistencia de capital físico y capital humano.* Bajo este supuesto, la función de producción  $Y=AK$  quedaría expresada como  $Y = AK^{\beta}H^{1-\beta}$ , donde H representa al capital humano.

Hemos sintetizado, entonces, los principales modelos de crecimiento económico, mencionando el lugar que le otorgan al capital humano.

Es que partiendo de la base de que uno de los cuatro factores productivos, el “empresario”, hace referencia, de alguna manera, al capital humano, puede vislumbrarse el lugar que el mismo ocupa en la teoría económica.



*Figura I.a. Factores de Creación de Riqueza*

*Fuente: (SAVAGE, 1991), citado por (GARCÍA PARRA, M, P. SIMO y J.M. SALLAN, 2006)*

Sobre el particular se expresa (MINCER, 1981) diciendo que “...la tradicional tríada de factores de producción contenía a la tierra como fija, ‘original e indestructible’, el trabajo

*medido en número de horas, y el capital restringido a la planta y equipos tangibles. La noción de cantidad de tierra como un factor fijo de producción se ha descartado antes de que se tomara conciencia que la medida del trabajo en horas-hombre es enteramente inadecuada”.*

Asimismo, (SAVAGE, 1991) manifiesta que la importancia relativa de cada factor productivo ha ido evolucionando con el tiempo, trazando un gráfico como el de la Figura I.a.

En cuanto a la contrastación empírica sobre la importancia del capital humano en el crecimiento económico, (DABÚS y LAUMANN, 2006), mencionan que existen diversos estudios que comprobaron empíricamente que la inversión en capital físico y en capital humano y un mejor desarrollo de los mercados financieros afectan positivamente al crecimiento económico, mientras que un elevado nivel de ingreso, el crecimiento poblacional, la inestabilidad sociopolítica, una desigual distribución del ingreso y las distorsiones en los mercados lo hacen negativamente.

Por su parte, un formidable análisis empírico acerca de los determinantes del crecimiento es el llevado a cabo por (BARRO, 1996), donde se plantea la contrastación del siguiente modelo:

$$Dy = f(y, y^*)$$

Donde  $Dy$  es la tasa de crecimiento del ingreso *per capita*,  $y$  es el actual ingreso *per capita* y  $y^*$  es el nivel de ingreso *per capita* en el estado estacionario.

El análisis lo realiza en base a datos de cerca de 100 países en el período 1960 – 1990. Los principales determinantes que analiza Barro son:

- El nivel inicial de ingreso *per capita*, encontrando que a mayor nivel, menor crecimiento económico habrá.
- El nivel inicial de capital humano, medido a través de la cantidad promedio de años de educación media y superior en hombres mayores de 25 años y de la expectativa de vida como un indicador de salud. Los resultados muestran un efecto positivo significativo entre el nivel de capital humano y el crecimiento económico. Destaca el autor que *“la educación primaria de los hombres (o personas de 25 años de edad o más) tiene un efecto insignificante si se adiciona al sistema (...). Así, el crecimiento es predicho por la educación de los hombres en niveles superiores pero no en el nivel primario. Sin*

*embargo, la educación primaria indirectamente alienta al crecimiento porque es un prerrequisito de entrenamiento para la secundaria y niveles superiores.*” (BARRO, 1996:16) (Traducción propia). La razón por la que el autor considera la educación sólo de los hombres es porque la de las mujeres no es significativa para el crecimiento, según la evidencia empírica, aunque sí influyen indirectamente sobre el crecimiento debido a la fertilidad, mortalidad infantil, libertad política, etc. En suma, los resultados destacan la vinculación entre la educación y la habilidad para absorber nuevas tecnologías, lo que alienta el crecimiento económico.

- La tasa de fertilidad, que influye negativamente en el crecimiento económico, ya que *“si la población está creciendo, una porción de la inversión será usada para proveer capital a los nuevos trabajadores, más que en incrementar el capital por trabajador. Por esta razón, una mayor tasa de crecimiento poblacional tiene un efecto negativo en  $y^*$ ...”*. (BARRO, 1996:17) (Traducción propia).
- El consumo gubernamental, medido a través del ratio entre gasto público en educación y defensa y PBI. La evidencia indica un efecto negativo significativo de esta variable respecto del crecimiento del ingreso, concluyendo que *“...un gobierno grande es malo para el crecimiento.”* (BARRO, 1996:19) (Traducción propia). La razón es que el gasto público es mayormente “improductivo” y requiere financiación mediante impuestos.
- El cumplimiento de la ley, medido a través de un índice subjetivo elaborado por analistas independientes y que pretende medir, en una escala de 0 a 6, el grado de corrupción, la calidad burocrática, el respeto por los contratos, el riesgo de expropiación, etc. El resultado obtenido es que a mayor cumplimiento de la ley, en el sentido mencionado, mayor es el crecimiento económico.
- Términos del intercambio, medido como el ratio entre los precios de las exportaciones y los precios de las importaciones. La evidencia indica que una mejora en los términos del intercambio generaría crecimiento económico.

- Variables regionales. Debido a que las tasas de crecimiento son sorprendentemente bajas en los países de África Subsahariana y en América Latina, y sorprendentemente altas en el Este Asiático, Barro incorporó una variable dummy para analizar la relevancia de la región en la estimación del crecimiento económico, encontrando que no lo era, por lo que los demás determinantes incluidos en el modelo resultan suficientes para una adecuada estimación, y las diferencias entre regiones se debe al comportamiento de las demás variables explicativas.

No obstante la abrumadora confirmación empírica respecto de la importancia de estos determinantes que influyen positiva o negativamente en el crecimiento económico, confirmados además por otros estudios, como ya dijimos, (DABÚS y LAUMANN, 2006) realizaron un estudio interesante al verificar empíricamente la robustez de estos determinantes segmentando los países en grupos de acuerdo a su nivel de ingreso *per capita*.

Así, agruparon a los 95 países que analizan, de acuerdo a la clasificación del Banco Mundial: países de ingresos bajos, medios y altos.

Una vez agrupados los países, y para el período 1960 – 1998, utilizaron diversas técnicas estadísticas para pretender explicar el crecimiento del ingreso *per capita* en función del stock de capital humano (representado a través del promedio de años de educación en el total de la población); el coeficiente de Inversión sobre el Producto; la tasa de crecimiento poblacional; la tasa de consumo público; la apertura comercial (representada por la participación de exportaciones e importaciones en el PBI); y un índice de protección de la propiedad intelectual.

Los resultados encontrados confirman, en términos generales, los trabajos anteriores, cuando el análisis se efectúa para el conjunto de los 95 países. Sin embargo, si se analizan en forma separada cada uno de los tres grupos de países, los resultados difieren.

Uno de los resultados más sorprendente fue que el capital humano sólo es significativo para países con niveles de ingreso medio y alto, mientras que la inversión en capital físico sólo es significativa en los países de ingresos bajos, lo que llevó a los autores a suponer “...*que existe un ‘umbral mínimo’ de ingreso per cápita a partir del cual la inversión en nuevo equipo de capital estaría sujeta a la ‘ley de los rendimientos decrecientes’, por la cual no*

*tendría un claro impacto positivo en el crecimiento en los países más desarrollados”* (DABÚS y LAUMANN, 2006:177).

Así, para determinar los factores explicativos del crecimiento económico de un país, y poder luego proponer políticas adecuadas, sería primero necesario considerar el grado de desarrollo actual del mismo.

Con este sucinto racconto de los principales modelos económicos que analizan la relación entre el capital humano y el crecimiento económico y de algunas evidencias empíricas que verifican dicha relación, podemos concluir que desde un punto de vista macroeconómico el desarrollo teórico y empírico del tema es importante.

Sin embargo, no sólo este aspecto del problema merece atención por parte de los profesionales en ciencias económicas.

El capital humano se encuentra presente en las empresas, aunque no exclusivamente, y frecuentemente son éstas las que participan de su creación. Por lo tanto, se vuelve crucial elaborar metodologías adecuadas para su medición, siguiendo un doble objetivo: por un lado, se gestiona mejor lo que puede medirse y debe medirse lo que quiere gestionarse, y por otro lado, se crea una base de información de relevante importancia a nivel macroeconómico sobre el valor del capital humano utilizado y/o creado por las empresas.

No obstante ello, parecería que el desarrollo teórico y empírico de la cuestión de la medición y gestión del capital humano en las empresas no resulta tan destacado y profundo como el mencionado a nivel macroeconómico.

Nos preguntamos entonces si no resultaría útil revisar el desarrollo que tanto la Economía como la Administración y la Contabilidad plantean acerca de la medición y gestión del capital humano en las empresas y si la lógica difusa y la Matemática Borrosa, en su rol de herramientas para el tratamiento de la incertidumbre y la subjetividad, podrán constituirse en una metodología útil y complementaria en este sentido, para lo cual nos proponemos desarrollar un método alternativo de medición y gestión del capital humano en las empresas mediante la utilización de la lógica difusa.

En base a estas consideraciones, la presente tesis persigue los siguientes objetivos e hipótesis:

**Objetivo General:** Proponer una forma novedosa de valuación del capital humano en las empresas.

**Objetivo Particular:** Investigar las diferentes formas de medición y gestión del capital humano y diseñar un método alternativo que permita mejorar la valuación del capital humano.

**Hipótesis:** La introducción de la matemática difusa puede contribuir favorablemente al problema de la medición del capital humano, cumpliendo los diferentes requisitos de la información contable.

Desarrollaremos nuestro trabajo, entonces, de la siguiente manera: primero enunciaremos un marco teórico donde se muestre el tratamiento que la Economía, la Administración y la Contabilidad otorgan a la valuación y gestión del Capital Humano en las empresas.

Posteriormente elaboraremos un marco metodológico, donde se demuestre la adecuación de la aplicación de la lógica difusa y la matemática borrosa al tema que nos ocupa, en base a estudios teóricos y empíricos anteriores.

A continuación haremos nuestra propuesta de valuación del Capital Humano con matemática borrosa, para finalmente extraer conclusiones.

## **II. MARCO TEÓRICO:**

### **VALUACIÓN DEL CAPITAL HUMANO EN LAS EMPRESAS**

---

#### **II.1. Desde la Economía**

##### **II.1.1. Capital Humano genérico y específico**

De acuerdo con (FLEISCHHAUER, 2007), en 1961 aparece por primera vez en la literatura económica moderna el uso del término “capital humano” en un artículo de Schultz, y en el mismo año (WEISBROD, 1961) desarrolla una forma de calcular el valor del capital humano como el valor actual de la productividad futura estimada de un individuo ponderada por su probabilidad de sobrevivir en cada año.

Sin embargo, en términos microeconómicos, el principal impulso sobre las investigaciones del tema fue a través de Gary Becker. Él definió la inversión en capital humano como aquellas “actividades que influyen sobre el ingreso real futuro a través de la incorporación de recursos en las personas.” (BECKER, 1962:9) (Traducción propia). La idea básica que subyace en el estudio de la inversión en capital humano es que ésta beneficia a los trabajadores incrementando sus ingresos futuros y sus probabilidades de encontrar empleo, a la vez de beneficiar a los empleadores por contar con una mayor productividad, por lo tanto, es de aplicación la lógica de las inversiones en capital físico: si la tasa de retorno de la inversión en capital humano es superior a la tasa de interés de mercado, habrá inversión de este tipo, caso contrario, no habrá.

Con el fin de analizar en términos microeconómicos la conveniencia de invertir en capital humano tanto desde la perspectiva de los empleados como de los empleadores, (BECKER, 1964) distingue entre capital humano genérico y específico.

El capital humano genérico será aquel que es útil tanto para el actual empleador como para futuros empleadores potenciales, mientras que el capital humano específico incrementa la productividad del empleado básicamente en su actual trabajo.

Si el mercado de trabajo es perfecto, los trabajadores tendrán salarios iguales al valor de la productividad marginal, los empleados tendrán incentivos para afrontar los costos de



las inversiones en capital humano genérico porque son los principales beneficiados, mientras que los empleadores no tendrán suficientes incentivos para pagar dichos costos desde el momento en que compartirán con el empleado los beneficios de esas inversiones. Esta situación explicaría el hecho de que algunos trabajadores aceptarían cobrar un salario por debajo de su productividad durante el período de “entrenamiento” o “formación”.

Sin embargo, las investigaciones empíricas se dividen entre confirmar la teoría y refutarla, lo cual se explicaría, básicamente, por las imperfecciones del mercado laboral.

Si denominamos “compresión salarial” al hecho de que la diferencia entre las productividades de los trabajadores no esté adecuadamente reflejada por la diferencia de salarios, evidentemente la aparición de este fenómeno implica la presencia de imperfecciones en el mercado laboral, y tal como cita (FLEISCHHAUER, 2007), hay una fuerte correlación positiva entre la compresión salarial y el monto de inversión en capital humano genérico.

Puede concluirse, entonces, que las imperfecciones en el mercado laboral son las que explican la existencia de inversión en capital humano genérico afrontada por los empleadores, pudiendo ser las fuentes de dichas imperfecciones las siguientes (FLEISCHHAUER, 2007):

- a) Costos de transacciones, ya que en la práctica puede resultar difícil para los trabajadores renunciar a sus trabajos y encontrar mejores oportunidades, o costoso para los empleadores reemplazarlos.
- b) La interacción entre capital humano genérico y específico. Como ambos redundan en beneficio de una mayor productividad, muchas empresas afrontan esas inversiones en ambos tipos de capital humano y se pueden producir las compresiones de salario.
- c) Las asimetrías de información entre los actuales empleadores y los potenciales futuros empleadores. Una de esas asimetrías surge del hecho de desconocer las habilidades innatas de los empleados, que pueden potenciarse a través de entrenamiento genérico.
- d) Las asimetrías de información entre los trabajadores y sus actuales empleadores relacionadas con el real esfuerzo de aquellos.
- e) Instituciones del mercado laboral, como sindicatos o salarios mínimos.

- f) Otra fuente de imperfección puede ser la heterogeneidad entre trabajadores y empleadores por la falta de suficiente atomización (MOURRE, 2005)

Ahora bien, el análisis anterior describiría las razones y/o ventajas de invertir en capital humano genérico por parte de las empresas o de los empleados, pero resta ahora analizar el caso de las inversiones en capital humano específico.

La particularidad del capital humano específico es que los trabajadores no se benefician con una mayor productividad después de cambiar de trabajo, mientras que los empleadores pueden recuperar sus inversiones en este tipo de inversión, por lo que tienen incentivos para compartir sus costos.

De esta forma, la acumulación de capital humano específico lleva a menores fluctuaciones porque se benefician tanto trabajadores como empleadores al mantener la relación laboral (BECKER, 1962). Más aún, cuando los costos son afrontados por las empresas, se reducen los despidos, y si son afrontados por los empleados, disminuyen las renunciaciones. (PARSONS, 1972).

Cabe destacar que distintos estudios empíricos han demostrado estas hipótesis, por lo que podemos sintetizar la conveniencia de invertir en ambos tipos de capital humano por los distintos agentes en la siguiente tabla:

Tipo de capital humano	Mercado de trabajo	Empresas	Trabajadores
General	Perfecto	No	Si
General	Imperfecto	Si	Si
Específico	Perfecto	Si	Si
Específico	Imperfecto	Si	Si

*Tabla II.1.1.a*

*Fuente: (FLEISCHHAUER, 2007)*

Surge evidente de esta tabla que la inversión en capital humano tanto genérico como específico es siempre conveniente para los trabajadores, mientras que también lo será para los empleadores siempre y cuando no se trate de capital humano genérico en un mercado laboral perfecto.

### II.1.2. Tasa de retorno de la educación

Así como en términos macroeconómicos los modelos de crecimiento se ocupan de vincular la inversión en capital humano con el crecimiento del producto bruto, en términos microeconómicos es relevante analizar la tasa de retorno que indica la medida del incremento de los ingresos de una persona en función de la cantidad de educación y entrenamiento recibida.

(Mincer, 1974) desarrolló un modelo que intenta estimar esta tasa de retorno en función de los años de formación académica y de experiencia. Para justificar la forma en que expresará la relación matemática entre las variables anteriores, el autor argumenta que *“Es por supuesto sabido por trabajos anteriores, no relacionados con el análisis del capital humano, que la inclusión de la edad, además de los años de formación académica, en un análisis de regresión múltiple de los ingresos, incrementa el poder explicativo del análisis. También es sabido que como la edad interactúa con la formación académica afectando a los ingresos (en dólares y en logaritmos), una forma lineal aditiva de regresión sin términos de interacción no es adecuada”* (Mincer, 1974: 83) (Traducción propia). La forma del modelo minceriano es, entonces:

$$\ln Y_t = a + \beta_1 S + \beta_2 t - \beta_3 t^2 + v$$

Donde:

$Y$  representa al ingreso

$t$  es una medida de la experiencia

$S$  representa los años de formación académica

$a$  es el intercepto o término independiente.

$v$  es una perturbación

La razón por la cual se considera a la experiencia en dos términos de la función, uno de ellos cuadrático y negativo, es con el fin de representar la forma cóncava de los ingresos. Por su parte,  $\beta_1$  puede interpretarse como la tasa de retorno de las inversiones en educación.

Diferentes estudios que se han realizado empíricamente resolviendo por Mínimos Cuadrados Ordinarios esta ecuación arrojan valores de  $\beta_1$  entre el 5% y el 15% aproximadamente, es decir, que el incremento neto de ingresos anuales de una persona ronda entre el 5% y el 15% por cada año adicional de formación académica.

Cabe destacar que estos estudios fueron realizados en diferentes ámbitos geográficos y temporales, y algunos de ellos se realizaron con gemelos con diferentes grados de escolaridad, a fin de descartar la influencia de la habilidad en los ingresos.

Los principales trabajos que intentaron medir la relación entre el nivel de escolaridad y el incremento de los ingresos, junto con sus estimaciones, pueden verse en la tabla siguiente:

Estudio y año	Estimación
Becker (1964)	13% - 28%
Mincer (1974)	11,5%
Ashenfelter y Krueger (1994)	12% - 16%
Psacharopoulos (1994)	5% - 15%
Dearden (1998)	5,5% - 9,3%
Ashenfelter, Harmon y Oosterbeek (1999)	6,6% - 9,3%
Arias y McMahon (2001)	11,7% - 13,3%
Wilson (2001)	5% - 10%

*Tabla II.1.2.a*

*Fuente: (FLEISCHHAUER, 2007)*

Evidentemente, los resultados mostrados corresponden a tasa promedio. Sin embargo, los estudios permiten identificar algunas cuestiones que inciden significativamente sobre el impacto de la educación en el ingreso.

(FLEISCHHAUER, 2007) señala varios determinantes en función de una cantidad importante de estudios efectuados. Un determinante importante es el tipo de habilidad adquirida, ya que inversiones en capital humano específico arrojan mayores tasas de retorno que aquellas en capital humano genérico. Además, hay áreas de mayor “rentabilidad” que otras, ya que en Inglaterra, por ejemplo, capacitarse en ciencias económicas o jurídicas ha arrojado mayores tasas de retorno que en biología o química.

Por otro lado, también menciona el autor que la tasa de retorno decrece a medida que se incrementa el nivel de educación, es decir, la derivada segunda de los ingresos respecto de la inversión en capital humano se tornaría negativa. Rubb, por un lado, y Bauer por otro, descubren que “...el premio por una sobreeducación es similar a la penalidad por una

*subeducación, pero menor que la recompensa por el nivel de educación requerido...”*  
(FLEISCHHAUER, 2007:13) (Traducción propia).

El mencionado autor hace referencia al sexo como otro determinante, mencionando diferentes estudios que indican que la tasa de retorno sería mayor en el caso de las mujeres que en el de los hombres, fundamentalmente debido a que en general las mujeres tienen sueldos menores al de los hombres, lo cual puede deberse a que los hombres tienen mejores habilidades naturales para una mayor cantidad de puestos de trabajo, o a que los hombres acumulan mayor capital humano, o a que las mujeres prefieren trabajos de menor compromiso por si tienen hijos, o a discriminación de género.

Otros determinantes encontrados son la habilidad innata, el ingreso familiar y su clase social, el nivel de estudios de los padres y la calidad de la educación.

### **II.1.3. El modelo de Weisbrod**

(WEISBROD, 1961) plantea una alternativa para medir el capital humano en función de su contribución a la sociedad. Argumenta que el mercado se ocupa de valorar aquellos bienes y servicios que pueden ser transferidos, como la tierra y el capital, pero no existe un adecuado método de valoración de los recursos humanos, lo cual es necesario para múltiples propósitos, como por ejemplo para definir políticas migratorias o educativas, a la vez de tener real noción del impacto al reducir pérdida de vidas a través de inversiones en salud, reducción de accidentes de tránsito o adecuadas medidas frente a catástrofes naturales. Por otra parte, argumenta que tener en cuenta el valor del capital humano llevaría a construir un mejor indicador del bienestar social que el ingreso *per capita*.

A continuación, el autor indica que el modelo que propone hace énfasis en el valor que tiene una persona para una sociedad, la cual puede ser definida como el total de la población o como el total de la población excepto la persona que se valúa. En el primer caso habrá que contemplar los ingresos que genera el individuo y se obtendría el valor bruto de su capital humano. En el segundo caso habrá que restarle a los ingresos el monto que consume el individuo, obteniéndose el capital humano neto.

La fórmula que propone para valuar el capital humano de una persona se basa en descontar los ingresos futuros esperados, brutos o netos, considerando la probabilidad de vida según la edad de la persona. Formalmente:

$$V_a = \sum_{n=a}^{\infty} \left[ Y_n P_a^n \frac{1}{(1+r)^{n-a}} \right]$$

Donde:

$V_a$  es el valor actual bruto del capital humano de una persona

$Y_n$  es el valor de la productividad de una persona de edad  $n$

$P_a^n$  es la probabilidad de una persona de edad  $a$  de estar viva a la edad  $n$

$r$  es la tasa de descuento

Para estimar  $Y_n$  Weisbrod toma el promedio<sup>4</sup> de ingresos por edad, considerando que es una buena aproximación para el valor del producto marginal. Los datos para  $P_a^n$  los obtiene de las estadísticas oficiales y para la tasa de descuento analiza dos escenarios: una tasa del 4% anual, representativa del costo del gobierno de Estados Unidos para obtener préstamos de largo plazo en 1950; y una tasa del 10% anual representativa del rendimiento de las inversiones privadas en el mismo país y año.

Los resultados que obtiene pueden verse en la figura III.1.3.a. En dicha figura se muestra el valor del capital humano obtenido por Weisbrod de acuerdo a la metodología antes descrita, para las distintas edades de una persona.

En el eje de ordenadas se representa el valor actual en miles de dólares del capital humano y en el eje de abscisas la edad en años.

Las líneas continuas representan el valor bruto y las líneas punteadas el valor neto. El par de líneas de mayor valor son las obtenidas a partir de una tasa de descuento del 4% anual y las líneas inferiores corresponden a una tasa de descuento del 10% anual.

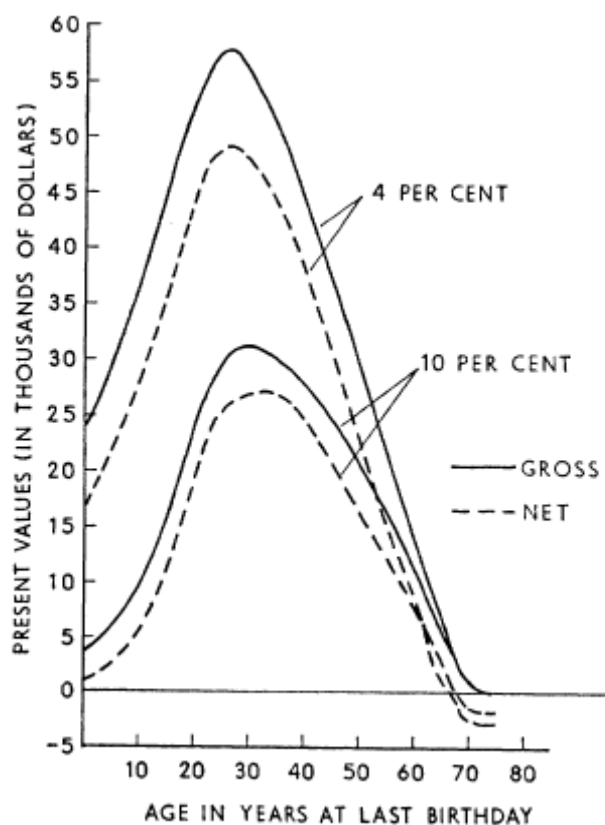
Las conclusiones que se obtienen son variadas. Por un lado, en tasas tan disímiles como las utilizadas la variación respecto de la edad de mayor capital humano de una persona no es tan importante, rondando los 30 años.

Por otra parte, como el valor neto del capital humano es positivo a cualquier edad, un incremento poblacional llevará a un crecimiento económico. Si hubiera países donde el valor

---

<sup>4</sup> En realidad Weisbrod utiliza en su trabajo la mediana de ingresos porque es el dato que estaba disponible en ese entonces en las estadísticas oficiales, pero aclara que hubiera preferido utilizar la media.

neto diera negativo, un incremento poblacional generaría retroceso económico. Los datos obtenidos para Estados Unidos para mediados del siglo XX indican que invertir en salud para lograr extender la expectativa de vida y reducir la mortalidad infantil generará crecimiento económico, según (WEISBROD, 1961:433).



*Figura II.1.3.a Valor actual del capital humano y edad*

*Fuente: WEISBROD (1961:431)*

Por último, el autor propone aplicar esta técnica para estimar el valor del capital humano de toda la nación, mediante agregación. Los valores que obtuvo para 1950 para Estados Unidos, y sólo para los hombres, son, en miles de millones: para una tasa del 10%, U\$S 1.335 brutos y U\$S 1.055 netos, y para una tasa de 4%, U\$S 2.752 brutos y U\$S 2.218 netos. Compara luego estos valores con una estimación de Goldsmith sobre el valor de los activos tangibles de Estados Unidos en 1949 de U\$S 881. La conclusión evidente es la inmensa importancia del capital humano para la economía de un país.

Reflexiona luego el autor:

*“Estudios adicionales son necesarios, pero parecería que como sociedad estaríamos prestando demasiada poca atención al desarrollo y preservación de nuestro enormemente valioso stock de capital humano, mientras enfocamos gran atención a inversiones no-humanas. Salud, seguridad y programas educativos son recursos primarios para influir sobre el valor agregado y per capita de los recursos en capital humano de una sociedad”. (WEISBROD, 1961:434). (Traducción propia).*

Exactamente medio siglo después de estas afirmaciones, estas palabras tienen tanta vigencia como entonces: si bien el desarrollo de las técnicas y las ciencias ha comenzado a tener más presente este aspecto, todavía falta mucho por recorrer.

#### II.1.4. Otras consideraciones desde la Microeconomía

Los puntos anteriores desarrollados sobre el análisis que efectúa la Microeconomía acerca del Capital Humano son los que más interesan para nuestro trabajo. Sin embargo, hay otros tópicos vinculados que tienen cierto desarrollo, como el estudio de una función de producción en educación o la incidencia de impuestos y subsidios en la formación de Capital Humano.

Otro enfoque de estudio es el que se refiere a la acumulación de capital humano ( $\dot{H}_t$ ) a lo largo de la vida, el cual dependería del tiempo dedicado a la producción de capital ( $I_t$ ) humano, los costos en que se incurre por ello ( $D_t$ ), el *stock* de capital humano que posee la persona ( $H_t$ ) y la tasa de depreciación del capital humano ( $\sigma$ ). En la siguiente fórmula se expresan estos conceptos.

$$\dot{H}_t = f(I_t, H_t, D_t) - \sigma H_t$$

Este mismo enfoque destaca tres fases en la vida de una persona: una primera sin ingresos, donde la formación es casi exclusiva; una segunda etapa, la más larga, con una formación *part-time* de capital humano, con niveles crecientes de ingresos; y la última sin ningún tipo de formación.

Como puede apreciarse, la Microeconomía se ha ocupado de analizar el Capital Humano en su composición y sus determinantes, así como su influencia en el nivel de



ingresos futuro de las personas, sin embargo, no hay un método desarrollado para valuar y medir el Capital Humano. El modelo de Weisbrod es el mejor intento en este sentido.

Como hemos dicho en la introducción, las empresas son las principales empleadoras de ese Capital Humano, por lo que les resulta importante valorarlo. Desarrollaremos a continuación las principales técnicas empleadas tanto por la Administración como por la Contabilidad para tal fin.

Es de destacar que los modelos que plantearemos a continuación consideran al capital humano en función de la agregación de valor que realizan a la empresa, es decir que el foco de análisis no está puesto en la sociedad.

## **II.2. Desde la Administración**

Existe en la literatura por lo menos una treintena de modelos que intentan medir o gestionar el capital humano y/o el capital intelectual (ANDRIESEN, 2004).

Según (STEWART, 1997), el capital intelectual es la integración del capital humano, el capital estructural y el capital clientela, aunque la distinción entre ellos varía según los autores, de acuerdo con (QINGRUI and WANG, 2001), el capital humano se referiría a los conocimientos y habilidades que poseen los individuos y que son valiosos para la empresa. El capital estructural sería “el conocimiento de la organización”, y estaría vinculado con la filosofía de gestión de la gerencia, la cultura organizacional, los sistemas de información, los procesos gerenciales, etc. A través de un adecuado capital estructural, el capital humano puede ascender a capital intelectual y redundar en beneficio de la empresa. Por su parte, el capital clientela se refiere a la relación de la empresa con entidades externas y con los diferentes canales de mercado, debido a que la clientela debe considerarse no solo a los consumidores actuales y potenciales, sino también al gobierno, los proveedores, asociaciones empresariales y todo otro agente externo a la empresa que tenga relación con ella, o pueda llegar a tenerla.

A continuación propondremos una lista de los principales modelos de acuerdo al impacto bibliográfico que los mismos poseen en la literatura específica de gestión del capital intelectual.

Modelo	Autores	Año
Balanced Scorecard	Kaplan y Norton	1992
Modelo de las cinco fases	Nonaka y Takeuchi	1995
Technology Broker	Brooking	1996
Universidad de West Ontario	Bontis	1996
Canadian Imperial Bank	Saint-Onge	1996
Intellectual Assets Monitor	Sveiby	1997
Skandia Navigator	Edvinsson y Malone	1997
Dragonetti & Roos	Dragonetti y Roos	1997
Intelect	Euroform	1998
Dirección por Competencias	Bueno	1998
Dow Chemical	Dow	2000
Capital Humano	Ulrich	1998
The Value Explorer Toolkit	Andriessen y Tissen	2000
Nova	Camisón, Palacios y Devece	2000
ICBS	Viedma	2000

*Cuadro II.2.a. Modelos de gestión del capital intelectual*

*Fuente: elaboración propia*

Debido a que no hay diferencias sustanciales entre los distintos modelos mencionados en lo que refiere a nuestro interés de valuación del capital humano, desarrollaremos a continuación los principales conceptos sobre los que se elaboraron tres de los modelos anteriores, que son los que mayor cantidad de referencias poseen en la literatura sobre el tema: el modelo Skandia Navigator, el modelo del Banco Bilbao Vizcaya, que es una adaptación del modelo Intelect, y el Balanced Scorecard.

### **II.2.1. El modelo Skandia Navigator**

Skandia es considerada la primera empresa grande en medir su capital intelectual a conciencia e incluirlo en los informes internos desde 1985 y externos desde 1994 (BONTIS, 2001).

El mentor del “Navegador” de Skandia fue Leif Edvinsson, quien desarrolló el modelo poniendo énfasis en cinco áreas de la compañía: las finanzas, los clientes, los procesos, los desarrollos y el capital humano.

Así, el Capital Intelectual surge como la suma del capital estructural y el capital humano. Sin embargo, la contabilidad tradicional no justiprecia a ninguno de los dos tipos de capital. Por ello, hay que descubrir el verdadero valor oculto de ambos tipos de capital para poder tener una noción más acabada y ajustada a la realidad de la empresa, para así tomar mejores decisiones.

El valor oculto del capital humano es evidente, y se encuentra en las habilidades, conocimientos y creatividad de las personas, a la vez que en los valores y cultura organizacionales.

Pero el capital estructural también posee valor oculto, como la relación con los clientes, el valor de las patentes desarrolladas, la estructura organizacional, los software disponibles, entre otros.

A pesar de no estar adecuadamente reflejados en la contabilidad, como veremos luego, estos “activos” sí están valorados por el mercado, por eso la utilización del Navegador permitirá explicar la diferencia entre el valor de libros de una empresa y el valor de mercado de la misma.

Para medir el desempeño de la firma en cada una de las áreas antes descriptas, se propusieron diferentes indicadores y ratios, como por ejemplo los que mencionamos a continuación:

- Finanzas
  - Ingresos promedio por empleado
  - Ingresos por nuevos clientes / Ingresos totales
  - Beneficios obtenidos por nuevas operaciones
- Clientes
  - Clientes nuevos vs. Clientes perdidos
  - Operaciones cerradas / Operaciones potenciales
  - Cantidad de días visitando clientes
- Procesos
  - PCs por empleado

- Tiempo promedio de procesado
- Capacidad tecnológica
- Desarrollos
  - Índice de empleados satisfechos
  - Costo de entrenamiento / costo administrativo
  - Antigüedad promedio de las patentes desarrolladas
- Recursos Humanos
  - Porcentaje de empleados universitarios
  - Índice de liderazgo
  - Porcentaje de empleados desvinculados en el año

En base a éstos y muchos otros indicadores, se elabora un Índice que resulta de la ponderación de los distintos indicadores monetarios. Luego se elabora un índice con todos los indicadores de eficiencia. De la multiplicación de ambos surge el valor del Capital Intelectual de la Organización.

La principal cualidad de este enfoque es que es el primer intento serio llevado a la práctica para intentar medir el verdadero valor de una empresa, independientemente del reconocimiento contable de sus activos y pasivos, en una aproximación para poder identificar las razones que incrementan el valor de mercado de las empresas.

Sin embargo, tiene algunas debilidades, siendo tal vez la principal que el resultado del Índice depende sobremanera de los indicadores que se utilizan, y que el Navegador es hecho a medida de cada empresa, lo cual resulta muy trabajoso y subjetivo.

### **II.2.2. El modelo del Banco Bilbao Vizcaya**

El Banco Bilbao Vizcaya, desde fines de la década de 1990 que incorpora en sus informes financieros cuestiones relacionadas con la gestión del conocimiento, como resultante de la vinculación entre el capital humano, el capital relacional y el capital estructural. Para ello aplica una versión del modelo Intelect, desarrollado por Euroforum en 1998.

El objetivo que persigue es desarrollar competencias individuales y grupales entre sus empleados, construir redes con clientes y proveedores e incrementar los tres tipos de capitales mencionados mediante la vinculación de todos ellos.

Para diferenciar estos conceptos que construyen al Capital Intelectual, algunos de los principales indicadores en los que trabajan y miden son:

- Indicadores de Capital Humano
  - Número de empleados
  - Número de personas promocionadas
  - Número de sugerencias realizadas
  - Índice de ausentismo
  - Rotación no deseada
- Indicadores de Capital Estructural
  - Números de equipos de mejora
  - Índice de satisfacción de clientes
  - Número de certificaciones ISO
- Indicadores de Capital Relacional
  - Número de oficinas
  - Nuevos canales, como e-mail, internet, etc.
  - Número de países con sucursales
  - Índice de notoriedad espontánea

### **II.2.3. El Balanced Scorecard**

El Balanced Scorecard (BSC), o Cuadro de Mando Integral, fue desarrollado por Kaplan y Norton en la década de 1990. Si bien existían desde mucho antes cuadros de mando que servían de apoyo para la planificación, información y control de las diferentes facetas de una organización, la innovación del Balanced Scorecard radica en la integración, es decir, establecer y explicitar las relaciones existentes entre los distintos indicadores propuestos en el cuadro de mando.

Para la elaboración del BSC, se analiza a la organización como compuesta de cuatro perspectivas: a) la perspectiva financiera; b) la perspectiva del cliente; c) la perspectiva de los

procesos internos; y d) la perspectiva de los empleados. La idea subyacente es que cada una de estas perspectivas está vinculada con la anterior, de manera que mejorando la perspectiva de los empleados, se mejoran los procesos internos, lo que a su vez mejora la perspectiva del cliente y finalmente, repercute favorablemente en la perspectiva financiera. Precisamente esta visión de integración de las cuatro perspectivas es lo que diferencia al BSC de cuadros de mando anteriores.

Lo primero que corresponde hacer es determinar las estrategias a seguir por parte de la organización, para luego identificar, en función de dichas estrategias, los indicadores clave para el éxito de la empresa en cada una de las perspectivas antes mencionadas, determinando metas u objetivos para esos indicadores, los cuales se compararán con las mediciones reales obtenidas periódicamente, de manera de monitorear la evolución de cada uno.

Es preciso señalar que los indicadores a escoger no sólo deben ser clave en cada perspectiva analizada, sino que también deben estar relacionados entre sí, de manera que se pueda identificar dónde está la falencia en caso que algún indicador arroje resultados desalentadores.

Como los indicadores se proponen en función de la estrategia empresarial, es una forma de operativizar la misma y explicitarla a todos los participantes de la empresa, además de vincular el monitoreo de corto plazo con la estrategia, de largo plazo.

Por otra parte, explicitando los objetivos organizacionales se puede trabajar en alinearlos con los objetivos de los empleados, lo cual redundará en beneficio mutuo, transformando al BSC no solo en un cuadro de información y control, sino en un instrumento de motivación y comunicación.

A fin de ilustrar la forma del BSC, propondremos una serie de indicadores para cada perspectiva:

- Perspectiva de los empleados
  - Productividad
    - Monto de ventas / cantidad de empleados
    - Unidades producidas / cantidad de empleados
  - Satisfacción del personal
    - Número de sugerencias
    - Resultados de encuestas

- Número de renunciaciones / cantidad de empleados
- Capacitación
  - Inversión efectuada en capacitación / Egresos totales
  - % de empleados que intervinieron en las capacitaciones
- Perspectiva de los procesos internos
  - Defectos
    - % de productos reprocesados
    - Costo de servicios por garantía
  - Calidad de productos y servicios
    - Cantidad de reclamos / cantidad de ventas
    - Días de duración del proceso productivo
- Perspectiva de clientes
  - Satisfacción de clientes
    - % de clientes que vuelven a comprar
    - Resultados de encuestas a clientes
    - Clientes que compran por recomendaciones
  - Satisfacción de distribuidores
    - Cantidad de nuevos canales de distribución
    - Resultado de encuestas a distribuidores
- Perspectiva financiera
  - Utilidades y Rentabilidad
    - Utilidad / Activo
    - Utilidad / Patrimonio Neto
    - Diferencial rentabilidad del activo vs tasa de interés por préstamos tomados
  - Activos
    - Ventas / Activo
    - Incremento de activo corriente

Evidentemente, este listado de indicadores es meramente enunciativa y deberá adaptarse a la realidad y estrategia de cada organización que pretenda aplicar el BSC.

Lo crucial es que cada uno de estos indicadores deberá calcularse periódicamente (en forma mensual, por ejemplo) y compararse con el objetivo predeterminado para cada uno, el cual debe ser coherente con la estrategia seguida por la empresa.

En caso de desvíos significativos en algún indicador, o desmejoramiento paulatino, habrá que revisar la estrategia y tratar de identificar el impacto que genera en los demás indicadores, a la vez de rastrear las causas que los originan para intentar revertir la situación.

## **II.3. Desde la Contabilidad<sup>5</sup>**

### **II.3.1. La Contabilidad como sistema de información**

La Contabilidad es una disciplina que fue desarrollándose para administrar los negocios y conocer el resultado de las actividades comerciales.

El primero en formalizar de alguna manera las normas prácticas que se seguían para registrar las operaciones comerciales fue (PACIOLI, 1494) en Venecia, constituyéndose en el primer antecedente escrito de la partida doble.

Puede decirse, siguiendo a (FOWLER NEWTON, 2005), que *“La contabilidad, parte integrante del sistema de información de un ente, es la técnica de procesamiento de datos que permite obtener información sobre la composición y evolución del patrimonio de dicho ente, los bienes de propiedad de terceros en su poder y ciertas contingencias. Dicha información debería ser de utilidad para facilitar las decisiones de los administradores del ente y de los terceros que interactúan o pueden llegar a interactuar con él, así como para permitir una eficaz vigilancia sobre los recursos y obligaciones del ente”*.

A partir de la información que la contabilidad brinda pueden elaborarse informes, dentro de los cuales encontramos a los Estados Contables. Los mismos resumen la información acerca de la realidad patrimonial del ente en un momento dado y de su evolución en el tiempo a través del Estado de Situación Patrimonial, el Estado de Resultados, el Estado de Evolución del Patrimonio Neto, el Estado de Flujo de Efectivo y las notas y anexos a los mismos.

---

<sup>5</sup> Parte de los conceptos desarrollados en este apartado fueron incluidos en un trabajo nuestro anterior. Véase (MORETTINI, 2006).



Más adelante el autor mencionado señala, entre los posibles usuarios de los estados contables, a los propietarios, prestamistas, proveedores, acreedores, inversores potenciales, empleados, gerencia, directores, clientes, asesores, corredores de bolsa, organizaciones de control estatal, autoridades impositivas, entre otros.

A su vez, la Resolución Técnica Nº 16, que propicia un marco conceptual para las normas contables profesionales argentinas, establece que *“el objetivo de los estados contables es proveer información sobre el patrimonio del ente emisor a una fecha y su evolución económica y financiera en el período que abarcan, para facilitar la toma de decisiones económicas”*. Más adelante, la citada norma incluye entre los usuarios tipo de los estados contables a los inversores y acreedores del ente, tanto actuales como potenciales.

Si consultamos la Resolución Técnica Nº 9, el Estado de Situación Patrimonial, es decir, uno de los estados contables básicos, detalla los siguientes rubros del Activo: Caja y Bancos; Inversiones Temporarias; Créditos por Ventas; Otros Créditos; Bienes de Cambio; Bienes de Uso; Participaciones Permanentes en Sociedades; Otras Inversiones; Activos Intangibles; Otros Activos y Llave de Negocio.

El rubro que nos interesa en el presente trabajo es el de Activos Intangibles. Coincidimos con (FOWLER NEWTON, 1995) en que el rubro de los Activos Intangibles no abarca a todos los intangibles de posesión del ente, porque los créditos, por ejemplo, también son intangibles. El rubro alcanza, entonces, a aquellos activos que, además de ser intangibles, se emplean en forma continua en la actividad principal del ente, tienen una capacidad de servicio que no se agota con el primer empleo, no se transforman en otros bienes al ser utilizados y no se destinan a la venta. Cabe aclarar que con las modificaciones introducidas en la Resolución Técnica Nº 9 por la Resolución Técnica Nº 19 en diciembre del año 2000 la Llave de Negocio se expone en un rubro aparte en el Estado de Situación Patrimonial, siendo que con anterioridad se la consideró siempre como parte integrante de los Activos Intangibles.

Entre los conceptos que pueden incluirse en el rubro en cuestión encontramos a las patentes de invención, los procesos secretos, las marcas, las concesiones y franquicias, los derechos de uso de software, los derechos de edición y de autor, las investigaciones y desarrollos en proceso y, por supuesto, el capital humano, entre otros.

Los activos intangibles son los que más dificultades y controversias presentan a la hora de su valuación. Analizaremos, pues, las alternativas que existen a la hora de valorar y exponer el rubro *sub examine* a la luz de la información que deben contener los estados contables y la utilidad que ellos representan para los tomadores de decisiones.

Siguiendo a (VIEGAS *et al*, 1997: 30), “...uno de los aspectos más relevantes que pueden llegar a caracterizar la importancia de los estados contables, es su capacidad para dar respuestas a aquellos que están vinculados o pretenden relacionarse con la entidad”. A continuación analizan la importancia de la información contenida en los estados contables para el control de gestión, la financiación de la empresa, el valor de la empresa y el saneamiento financiero.

Respecto del control de gestión, los autores mencionan que el rol fundamental de los estados contables es la medición de los resultados del ejercicio en relación con la inversión, observando la evolución del patrimonio y controlando las acciones de disposición y administración de sus órganos de conducción. En este aspecto es indudable que los principales usuarios de la información contable serían los accionistas.

En cuanto a la financiación de la empresa, los estados contables brindan información sobre los pasivos tomados que deben cancelarse en el corto plazo (pasivo corriente), lo cual es de importancia no sólo para los accionistas sino también para los proveedores y acreedores de la entidad, tanto actuales como potenciales. Para inversiones de largo plazo los autores destacan la importancia de los estados contables proyectados.

El tercer aspecto en el que los estados contables brindan información útil, siempre siguiendo a los mismos autores, es el referido al valor de la empresa. Al respecto limitan la utilidad de los estados contables de cierre de ejercicio (en contraposición a los balances especiales de liquidación o de fusión), diciendo que “...el estado contable de cierre de ejercicio, no puede dar respuesta a los interrogantes que se plantea en la venta o compra de una empresa en marcha. Abonando esta posición, las Normas Internacionales de Contabilidad, en el Boletín N° 15 del IASC, prescriben que no es objetivo de los estados financieros determinar el valor empresa.” (VIEGAS *et al*, 1997: 33). Destacan en este punto la importancia de los activos intangibles y, en menor medida, de las contingencias, y subrayan que los estados contables pueden brindar información sobre el pasado que puede llegar a ser útil para valorar estos rubros.

Por último, respecto del saneamiento financiero, los autores se refieren a la situación de empresas en crisis. Nuevamente aquí la utilidad de los estados contables es limitada, porque las decisiones se basan en proyecciones no incluídas en los estados contables. En caso de llegar a acuerdo privado con los acreedores o a concurso preventivo, los estados contables que deben elaborarse no seguirían las mismas reglas que los de empresa en marcha, pareciéndose más a balances de liquidación.

Concluyen el análisis los autores diciendo que la utilidad de los estados contables es principal en cuanto al control de gestión y financiamiento de la empresa, pero es secundaria si se trata de establecer el valor de la empresa o se encuentra en situación de saneamiento financiero.

Entre las limitaciones que Viegas y sus colegas advierten en los estados contables, citan a Kennedy y McMullen, para quienes los estados contables *“...son esencialmente informes provisionales y, por lo tanto, no pueden ser definitivos, porque la ganancia o pérdida real del negocio sólo puede determinarse cuando se vende o es liquidado...”* (VIEGAS *et al*, 1997: 34).

Se destaca, a continuación, la opinión de Anthony (VIEGAS *et al*, 1997: 34, 35), para quien las principales limitaciones de los estados contables son: a) los estados contables sólo incluyen información que puede expresarse en forma monetaria, aunque las notas, que son parte integrante de los estados contables, los complementan salvando parte de esta limitación; b) los valores contables de los activos raramente son los de mercado, lo cual dependerá del modelo contable a utilizar; c) algunas valuaciones contables son estimativas por depender de acontecimientos futuros.

Por su parte, (LAZZATI, 1974) analiza los principios de la contabilidad a la luz de los objetivos de los estados contables.

Según el autor mencionado anteriormente, el objetivo de los estados contables es *“...brindar a sus usuarios información objetiva sobre la riqueza actual de la empresa y su evolución habida durante el último período (o últimos), con la finalidad de que ellos puedan tomar debidamente las decisiones que les competen.”* (LAZZATI, 1974: 11).

Vemos que aparece en la definición de Lazzati una condición que es un principio general de la contabilidad: la objetividad. Tradicionalmente se ha aceptado que todo cambio en el patrimonio del ente debe ser reconocido cuando pueda ser objetivamente medido.

Cabe preguntarse, entonces, si respetando rígidamente este principio se estaría cumpliendo con los objetivos de los estados contables.

Los estados contables son un modelo representativo de la realidad patrimonial de un ente. Como todo modelo es una simplificación que recepta las variables más relevantes y desecha las que no son significativas. Existen reglas para su composición, como en cualquier modelo, que en este caso serían los principios contables, entre los que se encuentra la objetividad.

Lo que debe tenerse siempre presente es que un modelo debe respetar en todo momento el objeto de su creación, no descuidar nunca el por qué de su nacimiento. Si el modelo se vuelve un fin en sí mismo, en lugar de un medio para poder tomar decisiones correctas, se tergiversa el objetivo buscado con el mismo. Si por respetar en forma incondicional los principios rectores de la elaboración de un modelo nos alejamos del objetivo que el mismo tiene, estaríamos errando el camino.

Un modelo sirve para que se tomen decisiones correctas, pero las decisiones las toma una persona, no el modelo mismo, por lo tanto, las reglas de elaboración del modelo deben asegurarse de contener todas las variables relevantes a la luz del objetivo buscado, y no omitir nada que sea significativo para la toma de decisiones.

Es por esto que el principio de objetividad, como ocurre con todos los demás principios contables, no es absoluto sino relativo. Si se omite en los estados contables información relevante para la toma de decisiones en aras de la objetividad, tal vez sea más conveniente flexibilizar un poco el principio en cuestión para incluir aquellos aspectos significativos en la realidad económico-financiera del ente en sus estados contables.

Como veremos a continuación, por cumplir el requisito de objetividad (o neutralidad), se puede llegar a estar vulnerando otro principio de similar importancia, cual es el de integridad.

En Argentina, las “reglas” rectoras de la confección de los modelos contables más relevantes, esto es, los estados contables, son las enumeradas en la Resolución Técnica N° 16 de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas. Según esta resolución, la información contenida en los estados contables debe tener los siguientes atributos:

- Pertinencia: la información debe permitir a sus usuarios confirmar o corregir evaluaciones realizadas con anterioridad o ayudarlos a mejorar sus pronósticos
- Confiabilidad: para lo cual debe cumplir con:
  - Aproximación a la realidad: la información debe lograr la mayor correspondencia posible con los fenómenos que intenta describir. Entre las principales causas de inexactitudes en la información contable, la RT 16 cita a las dificultades en la medición de algunos acontecimientos y a la incertidumbre inherente a otros por vincularse a hechos futuros. Para que la información obedezca con el requisito de aproximación a la realidad, debe cumplir, además con los siguientes:
    - Esencialidad: las operaciones y hechos deben contabilizarse basándose en su realidad económica, aunque no se cumplan todos los aspectos formales y jurídicos.
    - Neutralidad: la información debe ser objetiva, lo cual se da si varios observadores independientes arriban a medidas muy similares
    - Integridad: no debe omitirse información pertinente.
  - Verificabilidad: la información debe ser comprobable por cualquier persona con pericia suficiente.
- Sistemática: la información debe estar orgánicamente ordenada.
- Comparabilidad: la información debe poder compararse con otra del mismo u otros entes y contemporáneas o pasadas.
- Claridad: debe utilizarse un lenguaje preciso.

A continuación la norma en cuestión aclara que existen dos restricciones al cumplimiento de los requisitos enunciados:

- Oportunidad: la información debe suministrarse en un tiempo conveniente para la toma de decisiones por parte de los usuarios, y se deja entrever que si fuera necesario puede resignarse un cierto grado prudente de confiabilidad en la información suministrada para que sea oportuna.

- Equilibrio entre costos y beneficios: si bien no es argumento válido el costo elevado que podría llegar a tener la aplicación de las normas contables vigentes, se acepta la utilización, en estos casos, de procedimientos alternativos.

### **II.3.2. Valuación contable de intangibles**

En el ya citado trabajo de Lazzati, el autor distingue entre los valores de uso y de cambio de los activos, siendo susceptible de ser medido objetivamente sólo el segundo. Con posterioridad afirma que los activos tangibles tienen, en su casi totalidad, un valor de cambio que puede ser medido objetivamente, mientras que con los activos intangibles no ocurre siempre lo mismo. Entre ellos separa a los que son identificables como separados del ente y a los que no, siendo sólo los primeros aquellos a los cuales se podría llegar a asignar un valor de cambio objetivo. Con estos conceptos deja implícita una idea que luego explicita: a pesar de su enorme valor de uso, los activos intangibles inidentificables como separados del ente no tienen valor de cambio y, consecuentemente, no pueden ser medidos objetivamente, dejándolos fuera de los estados contables. Ejemplos de este segundo grupo de activos intangibles son la cantidad y fidelidad de la clientela, la especialización y conocimientos de los empleados, la calidad de los bienes y servicios comercializados, entre otros.

Posteriormente el autor presenta una crítica, atinada a nuestro criterio, a los principios contables tradicionales: algunos activos intangibles clasificados como “inidentificables” han sido asimilados por la contabilidad tradicional a los bienes de uso, asignando al rubro del activo en cuestión todos los gastos para su desarrollo y luego amortizándolos. Sin embargo, éste dudosamente sea el valor de éstos activos, ya que se espera que el resultado de dichos gastos sea más valioso que la inversión efectuada. Es éste resultado el activo intangible en sí mismo, y no los gastos de obtención del mismo. En este sentido, Lazzati se muestra más prudente que los principios contables tradicionales, desde el momento en que no pretende valorar tales activos en los estados contables, y la contabilidad tradicional sí los incorpora, aunque bajo un método no demasiado representativo de su valor.

Por último, se presenta al costo histórico como el único dato objetivo para valorar a los “activos intangibles identificables”.

Frente a la opinión de Lazzati, consistente en no incluir en los estados contables a los activos intangibles inidentificables por carecer de valor de cambio y ser, en consecuencia, imposibles de valorar objetivamente, se encuentra la posición de Fowler Newton.

Éste último autor considera que para que un activo pueda ser considerado contablemente debe tener utilidad económica (es decir, valor de cambio o de uso, sin necesitar un costo asociado), el ente debe poder gozar de los beneficios que el mismo produce basado en un derecho adquirido con anterioridad (sea adquisición, elaboración o por otra vía) y debe poder ser objetivamente valuado.

El único activo intangible que no reúne todos estos requisitos, dice el autor, es el valor llave autogenerado, porque se necesitaría disponer del valor de la empresa y no es frecuente que eso suceda ni que dicho valor sea razonable.

En cuanto al resto de los intangibles, deberían reconocerse contablemente para no subvaluar el patrimonio ni determinar incorrectamente el resultado del ejercicio.

Es decir que Fowler Newton considera que deben reconocerse contablemente todos los intangibles que tengan valor de uso, independientemente de que tengan o no valor de cambio, porque basta con que tengan utilidad económica para el ente.

Por último, el autor cita a (BIERMAN and DUKES, 1975) al rebatir la opinión de muchos autores y de normas contables que consideran apropiado registrar como gastos las erogaciones efectuadas en investigación y desarrollo: *“...que exista un alto grado de incertidumbre sobre los beneficios futuros de determinados proyectos de investigación y desarrollo, no implica que todos los proyectos deban fracasar, así que es falaz concluir que todos los costos de investigación y desarrollo deben ser cargados a gastos”*.

Además de las posturas doctrinarias antes expuestas, cabe analizar el criterio seguido por las distintas normas contables.

La Norma Internacional de Contabilidad N° 38 (NIC 38) trata el tema de los activos intangibles. Define, en principio, activo como todo recurso controlado por la entidad como resultado de sucesos pasados y del que la entidad espera obtener beneficios económicos en el futuro. Y estos activos serán intangibles cuando sean identificables, no monetarios y sin apariencia física.

Vale decir que para considerar a una partida como activo intangible, la misma debe ser identificable, lo cual sucede si el mismo es separable o si surge de derechos contractuales o legales.

Una vez cumplidos los requisitos para ser considerado activo, podrá reconocerse contablemente si es probable que los beneficios económicos futuros atribuidos al mismo fluyan a la entidad y si el costo del activo puede valorarse fiablemente.

A éste último respecto, la norma establece que la entidad deberá evaluar la probabilidad de obtener beneficios económicos futuros utilizando hipótesis razonables y fundadas, que representen las mejores estimaciones de la dirección respecto al conjunto de condiciones económicas que existirán durante la vida útil del activo. Asimismo, la entidad utilizará su juicio para evaluar el grado de certidumbre asociado al flujo de beneficios económicos futuros que sea atribuible a la utilización del activo, a partir de la evidencia disponible y otorgando mayor peso a las fuentes externas.

Posteriormente se indica que la valuación de los activos intangibles será por su costo.

Recapitulando, podrían resumirse las condiciones para reconocer una partida como activo intangible, según la NIC 38, en las siguientes:

- Recurso controlado por la entidad
- Se espera obtener beneficios económicos futuros asociados a tal partida
- Son activos identificables
- Son activos no monetarios
- No tienen apariencia física
- Es probable que los beneficios económicos futuros fluyan al ente
- Su costo puede valorarse fiablemente

Ahora bien, si el activo intangible en cuestión se adquirió en forma independiente, los últimos dos requisitos estarían cumplidos, y su valuación estaría dada por el precio de adquisición y todo otro costo directamente atribuible a la preparación del activo para su utilización.

Si, por otro lado, el activo intangible se adquiere en una combinación de negocios, se valorará según su valor razonable a la fecha de adquisición. Se denomina valor razonable al importe por el cual podría ser intercambiado un activo entre partes interesadas y debidamente informadas, en una transacción realizada en condiciones de independencia



mutua. En este caso, nuevamente, se considerarán cumplidos los últimos dos requisitos enunciados.

Un tercer caso de introducción de un activo intangible al patrimonio de un ente será la generación interna del mismo<sup>6</sup>. En este caso la NIC 38 establece una discriminación: el fondo de comercio generado internamente no se reconoce como activo y para el resto de los activos intangibles generados internamente deberá distinguirse entre la fase de investigación y la fase de desarrollo. Durante la fase de investigación todas las erogaciones incurridas significarán gastos del ejercicio. Lo mismo ocurrirá en la fase de desarrollo, salvo que se cumplan todos los requisitos siguientes:

- Es técnicamente posible completar la producción del intangible
- Existe la intención de completarla
- Se dispone de todos los recursos necesarios para hacerlo
- Existe la posibilidad de utilizar o vender el intangible una vez completada su producción
- Se puede demostrar la forma en que generará beneficios económicos futuros
- Pueden valuarse fiablemente los distintos desembolsos durante su desarrollo

Es necesario mencionar que en forma explícita la norma *sub examine* establece que no se reconocerán como activos intangibles las marcas, las listas de clientes, los sellos o denominaciones editoriales u otras similares generadas internamente.

Se concluye, entonces, que los activos intangibles se pueden contabilizar si, además de cumplir todos los requisitos para ser considerados activos e intangibles, se adquieren en forma independiente o en una combinación de negocios (se valorará al costo en el primer caso y al valor razonable en el segundo), mientras que si se generan internamente, serán considerados gastos, salvo que se cumplan una serie de requisitos y sólo durante la etapa de desarrollo, y se hará, en estos casos, al costo.

Después del reconocimiento inicial, los activos intangibles podrán ser valuados, en lo sucesivo, a su costo o mediante revalorización. En el primer caso se valorarán a su costo menos las amortizaciones acumuladas y las pérdidas acumuladas por deterioros. En el

---

<sup>6</sup> La NIC 38 también incluye el caso de adquisición mediante subvención oficial, pero no lo incluiremos en nuestro análisis por considerarlo poco relevante para el fin del presente estudio.

segundo caso se valorarán a su valor razonable al momento de la revalorización, menos las amortizaciones acumuladas y las pérdidas acumuladas por deterioro.

Por último, consideramos necesario destacar que la importancia que la NIC 38 asigna a los activos intangibles es tal que se destina un capítulo completo a la información a revelar en los estados contables acerca de los mismos. La misma incluye la vida útil asignada a cada intangible (que puede ser finita o indefinida), los métodos de amortización utilizados, los incrementos, amortizaciones y pérdidas por deterioro del valor acaecidas durante el ejercicio, etc. Además se recomienda (aunque no se exige) que se incluya una descripción de los intangibles totalmente amortizados pero todavía en uso y una descripción de los intangibles significativos controlados por la entidad, pero que no se reconozcan como activos por no cumplir con los criterios de reconocimiento fijados en la citada norma.

En el ámbito de la República Argentina, la RT N° 16 establece que un ente tiene un activo cuando, debido a un hecho ya ocurrido, controla los beneficios económicos que produce un bien. Si el bien no representa efectivo o equivalentes de efectivo o no tiene aptitud para generar un flujo de efectivo positivo, no constituye un activo. También aclara que el carácter de activo no depende de su tangibilidad, ni de la forma de adquisición ni de la posibilidad de venderlo por separado, ni de la erogación previa de un costo, ni de que el ente tenga la propiedad del mismo.

Aunque la NIC 38 no lo explicita, sus conceptos son coherentes con lo normado en la RT 16, ya que no se discute en la primera la condición de activos intangibles en el caso de autogeneración o inidentificabilidad, sólo se discute su reconocimiento contable como tales, pero por dificultades técnicas de valuación más que por su naturaleza.

La RT N° 17, por su parte, en el apartado referido a la medición contable en general, establece que los activos no destinados a la venta, entre los que se incluyen a los intangibles, deberán valorarse a su costo histórico neto de depreciaciones acumuladas (punto 4.1.f). También indica (punto 4.4.1) que ningún activo puede valorarse por encima de su valor recuperable, que es el mayor valor entre su valor neto de realización y su valor de uso (que es el valor actual esperado de los futuros flujos de fondos netos generados por dichos activos).

La misma norma, al tratar la medición contable en particular, establece que los activos intangibles adquiridos y los producidos sólo se reconocerán como tales cuando:

- Pueda demostrarse su capacidad para generar beneficios económicos futuros
- Su costo pueda establecerse confiablemente
- No se trate de:
  - Costos de investigaciones
  - Costos de desarrollo interno de intangibles que no puedan ser distinguidos del costo de desarrollar un negocio considerado en su conjunto (marcas, valor llave, listas de clientes, etc.)
  - Costos de reorganización, publicidad, etc.
  - Costos de entrenamiento (excepto gastos preoperativos)

Aclara la resolución, más adelante, que en caso que haya costos posteriores relacionados con un intangible ya reconocido, éstos se imputarán como activo si puede probarse que mejorarán el flujo de beneficios económicos futuro y que pueden ser medidos en forma confiable.

Por otra parte, y como se había ya señalado, la valuación de los intangibles será al costo original menos las amortizaciones acumuladas.

De la comparación entre la norma de contabilidad internacional y las nacionales, surge que hay una importante similitud.

Por un lado, los requisitos para considerar un activo intangible serían, básicamente, que puedan generar beneficios económicos futuros, que estén bajo el control del ente y que no tengan apariencia física. Ahora bien, a la hora de reconocerlos contablemente surgen los inconvenientes: ambas normas establecen un requisito fundamental, cual es la posibilidad de su medición fiable. Cumplidos todos estos requisitos, la NIC 38 permite el reconocimiento contable de intangibles adquiridos y, en ciertos casos –algo restrictivos– de intangibles autogenerados, mientras que la normativa local sólo lo permite en los casos de intangibles adquiridos.

Corresponde aclarar que las normas contables profesionales en Argentina anteriores a las citadas contenían preceptos similares. La RT N° 10 decía que los intangibles vendibles en forma individual deben valuarse a sus valores corrientes, si éstos pueden determinarse sobre la base de transacciones cercanas a la fecha de cierre, y los restantes deben computarse al costo original reexpresado menos las depreciaciones correspondientes y, por último, no admitía el reconocimiento contable de intangibles autogenerados.

Cabe aclarar también en este punto del análisis, que el art. 63 de la ley de sociedades comerciales establece que los activos intangibles deben exponerse a su costo neto de las depreciaciones acumuladas.

Considerando las posiciones doctrinarias ya analizadas, por un lado se encuentra Lazzati, para quien deben reconocerse sólo los activos intangibles con valor de cambio identificables como separados del ente, y por otro lado encontramos a Fowler Newton, para quien deben reconocerse todos los activos intangibles –excepto, acaso, el valor llave autogenerado–, ya que es mejor realizar estimaciones imperfectas que asignarles arbitrariamente un valor contable nulo.

### **II.3.3. Complementos a la información contable**

No obstante ser la Contabilidad la principal metodología de registración de actividades económicas de una empresa desde hace más de cinco siglos y de aplicación a nivel mundial, para el caso particular de los intangibles se presenta un problema, como hemos visto, a la hora de satisfacer los objetivos perseguidos por la información contable cumpliendo, a la vez, con los requisitos y costumbres imperantes.

Tal como citan (LEV and SCHWARTZ, 1971:103):

*“Un cliché favorito para las cartas de presentación de los reportes corporativos destinados a la presidencia es ‘nuestros empleados son nuestro activo más importante, el más valioso’. Mirando el resto del reporte, uno se podría preguntar, ‘¿dónde están los activos humanos en estos estados que sirven como reportes de los recursos e ingresos de la empresa? ¿Cuál es el valor de este activo más importante o más valioso? ¿Está creciendo, decreciendo o se mantiene invariable?’” (BRUMMET, FLAMHOLTZ and PYLE, 1968:217). (Traducción propia).*

Ante esta situación, se han desarrollado muchos y variados métodos –(ANDRIESSEN, 2004) identifica más de treinta– para la valuación y medición extracontable de intangibles. En general el objetivo perseguido por todos es complementar la información contable que las

empresas generan acerca de su patrimonio y resultados, pero destacando diversos objetivos secundarios.

En primer lugar, existe la creencia generalizada de que lo que puede medirse puede gestionarse y que lo que se quiere gestionar adecuadamente, debe ser medido y, aunque pueden hacerse algunas críticas sobre esta afirmación, sí es cierto que, en general, la medición contribuye sensiblemente a la eficiencia de gestión.

Las razones son diversas, pero puede decirse que el sólo hecho de dedicar esfuerzos para medir un recurso obliga a su estudio y ayuda a desterrar su descuido. Paralelamente, el desarrollo de técnicas de medición o valuación de intangibles diferenciadas de las técnicas contables con las que usualmente se miden los demás activos, refleja que la gestión de estos recursos también debe ser diferenciada, inclusive pueden utilizarse técnicas no financieras para medir a los intangibles, ayudando a tomar conciencia de la importancia y particularidad de este activo.

Además, como ya hemos visto, algunas de las técnicas propuestas para valuación de intangibles persiguen objetivos más generales y ambiciosos, como la formulación de estrategias y la coordinación de cursos de acción estratégicos con decisiones operativas del corto plazo.

También se alcanzan logros complementarios, como un adecuado *feedback* para la administración acerca de la gestión integral de la empresa, indicando el desempeño de diferentes áreas de la misma y destacando todos los factores creadores de valor, y no sólo los usuales ratios contables.

Ahora bien, no sólo se mejora la información hacia adentro de la empresa y su dirección con la aplicación de técnicas diferenciadas de medición y valuación de activos intangibles, también se pueden mejorar los reportes externos, mostrando una información más acorde a la realidad tanto a socios como a posibles inversores, organismos de crédito, proveedores y el mismo Estado, reduciendo así las asimetrías de información que se producen frecuentemente. Es de destacar que las asimetrías de información ocasionan subutilización de capital, lo cual es negativo no solo para los inversores, sino también para la economía en términos agregados.

Además, con la utilización de estas herramientas no solo se mejora la información de la realidad actual de la empresa en términos económicos, financieros y operacionales, sino

también se mejora la proyección que puede hacerse de su desempeño, al tener una información más acabada de su presente.

Incluso hay una creciente preocupación en el ámbito de los profesionales en ciencias económicas de todo el mundo en relación a la creciente brecha entre los valores contables de las empresas y sus valores de mercado, lo cual ha llevado a afirmar a muchos que la diferencia entre ambos valores se debe exclusivamente a los activos intangibles. La utilización de medidas extracontables cierra, aunque sea parcialmente, esa brecha.

Una ventaja adicional que trae aparejada la utilización de adecuadas técnicas de medición de intangibles se refiere a la mejora en la reputación de las empresas que así lo hacen y lo publican. Un caso paradigmático en este aspecto es la empresa Skandia que, según (ANDRIESEN, 2004), ha logrado reducir sensiblemente el costo de su capital externo a partir de la mejora en su reputación por la utilización de su “navegador”, el cual abordamos anteriormente.

Por último, una correcta valuación de los intangibles incrementa el valor de las empresas, lo cual resulta especialmente provechoso a la hora de realizar ventas o fusiones.

#### **II.3.4. El modelo de Lev – Schwartz**

Un trabajo destacado en cuanto a la medición del capital humano en las empresas es (LEV and SCHWARTZ, 1971).

Estos autores proponen medir el valor del capital humano de una persona mediante la actualización de los ingresos futuros que le generará su trabajo:

$$E(V_{\tau}^*) = \sum_{t=\tau}^T P_{\tau}(t+1) \sum_{i=\tau}^t \frac{I_i^*}{(1+r)^{t-i}}$$

Donde:

$E(V_{\tau}^*)$  es la esperanza matemática del valor del capital humano estimado de una persona de edad  $\tau$ .

$P_{\tau}(t+1)$  es la probabilidad de muerte de una persona a la edad  $t+1$ .

$I_i^*$  es la estimación de los ingresos anuales de la persona hasta su jubilación

$T$  es la edad de jubilación

$r$  es la tasa de descuento

Los autores destacan la dificultad intrínseca de estimar las distintas variables involucradas en esta fórmula<sup>7</sup>. Sin embargo realizan algunas observaciones para su determinación.

Respecto de los ingresos, proponen clasificar a los empleados de una empresa en grupos homogéneos, en función del sexo, la edad, la tarea desarrollada, el nivel de formación, la raza, etc. Luego buscar en las estadísticas oficiales los ingresos promedios de los empleados de cada grupo (cuanto más específico, mejor) y asignárselos a cada empleado. Así se obtienen los ingresos del año en curso. Para estimar los ingresos del año próximo, se toman los datos de las estadísticas oficiales para los mismos grupos incrementados en un año. Análogamente se procede para los años posteriores, hasta la edad de jubilación de cada empleado.

Destacan los autores que no se consideran en esta metodología las expectativas sobre cambios tecnológicos futuros, cambios en las demandas por parte de las empresas de las habilidades de los distintos empleados, posibles intervenciones estatales y, lo más importante, la evaluación subjetiva de las capacidades de la persona en relación con otras personas del mismo grupo.

Para las probabilidades de muerte a cada edad, también proponen los autores utilizar las estadísticas oficiales sobre tablas de mortalidad.

Por su parte, la tasa de descuento sería el costo de capital, es decir, el costo de oportunidad de los recursos de la empresa.

Las ventajas de medir el valor del capital humano, según los autores, radica en que es información relevante sobre la marcha de la empresa y que no está incluida en los informes contables. A partir de esta información puede obtenerse un ratio de capital humano *versus* capital no humano, para conocer la intensidad de uso del trabajo respecto del capital. Este ratio mejora las estimaciones actuales que consideran el salario medio sin discriminar entre diferentes capacidades y tareas llevadas a cabo por los empleados. Puede, además, proveerse información sobre los cambios en la estructura laboral de la empresa, la composición de su nómina de empleados y los cambios en el valor de su capital humano.

---

<sup>7</sup> Para una adaptación de este modelo con Matemática Borrosa, véase (MALLO *et al*, 1999).

Una vez expuesto el modelo de Lev – Schwartz, corresponde hacer algunas observaciones. En primer lugar aclaramos que estamos de acuerdo con la metodología propuesta por los autores en cuanto a calcular el valor del capital humano como un valor actual. De hecho, podrá corroborarse que la propuesta que presentaremos más adelante es similar en lo formal al modelo aquí expuesto.

Sin embargo, discrepamos con Lev y Schwartz en algunas cuestiones conceptuales, las cuales se podrán apreciar más acabadamente en la exposición de nuestra propuesta. Diremos por ahora que nuestra principal discrepancia se encuentra en la forma de calcular los ingresos estimados futuros de los empleados, los cuales constituyen el numerador de la fórmula expuesta.

El inconveniente que encontramos es que el enfoque de Lev y Schwartz pretende centrarse en la empresa, es decir, se intenta medir el valor del capital humano para una empresa. Sin embargo, a la hora de estimar los ingresos futuros de los empleados, se consideran los sueldos que éstos cobrarán mientras sean empleados de la firma. Evidentemente, quien pagaría esos sueldos, sería la propia empresa. De esta forma, el valor del capital humano sería un activo equivalente al pasivo que constituirían las obligaciones de pago de sueldos futuros, teniendo un efecto nulo en el patrimonio neto de la empresa, por lo que no se generaría valor real a la misma.

Los propios autores reconocen esta circunstancia (LEV and SCHWARTZ, 1971:110). Sin embargo, con anterioridad habían argumentado que el capital humano constituye un activo afirmando que:

*“...la prevalencia de programas como cursos de orientación para nuevos empleados, programas ejecutivos, programas de entrenamiento para empleados, acciones para incrementar el ánimo de los empleados, etc. (...) Tales gastos se realizan con la esperanza de retornos futuros...” (LEV and SCHWARTZ, 1971:109) (Traducción propia).*

La pregunta que surge, entonces, es la siguiente: si los gastos en incrementar el valor del capital humano se realizan con la esperanza de obtener retornos futuros, ¿cuáles son esos retornos si los ingresos que se generen equivalen a los sueldos adicionales que se deberán pagar?



La propuesta que nosotros elaboramos, y que presentaremos más adelante, si bien formalmente es similar a la de Lev – Schwartz, como dijimos, conceptualmente plantea importantes diferencias. No obstante ello, es de destacar el enorme aporte de estos autores al tema, siendo pioneros en cuanto a la medición del capital humano de las empresas y, fundamentalmente, pioneros en cuanto a propugnar su inclusión en los estados contables. Sin duda esta propuesta representa una mejoría notable al reconocimiento contable prácticamente nulo que reconocen las normas nacionales e internacionales de Contabilidad, tanto profesionales como legales, al capital humano, como se ha demostrado en párrafos anteriores.

### III. MARCO METODOLÓGICO

---

Una vez revisada la literatura económica, administrativa y contable referida a la valuación y gestión del capital humano, dedicaremos un capítulo a justificar el uso de las metodologías difusas en este tópico, atento a que aplicaremos la misma en nuestra propuesta.

En el anexo podrá el lector encontrar una introducción a la lógica difusa (*fuzzy logic*) y a su matemática consecuente. Sin embargo, intentaremos en este capítulo justificar que su aplicación para las cuestiones que nos ocupan es válida y útil.

Nuestro objetivo es realizar una propuesta que metodológicamente sea superior a las actuales en la cuantificación del capital humano en las empresas, y debido a la vaguedad, subjetividad e incertidumbre que están presentes en dicha cuantificación, consideramos que la utilización de la lógica difusa y su matemática consecuente pueden ser de mucha utilidad al respecto.

Para analizar la aplicación de metodologías difusas a la valuación y/o gestión del capital humano, consultamos en *Scopus*<sup>8</sup> todos los artículos científicos allí indexados que tuvieran como palabras clave “*fuzzy*” y “*human capital*”. El resultado obtenido se resume en el cuadro III.a.

Autores	Año	País	Tema	Área de la publicación
De Albuquerque; Vellasco; Mun; Houstel	2012	Brasil - EEUU	Retornos de la inversión empresarial en educación	Ingeniería y Computación
Kilic; Casillas	2012	Turquía - España	Reglas Si-Entonces entre capital humano e innovación	Ingeniería y Computación
Sun; Guo; Hu; Zhu	2012	China	Estudio de la contribución económica de la tasa de educación	Ingeniería y Computación
Li; Da	2012	China	Investigación sobre evaluación comprensiva fuzzy	Ingeniería y Computación
He; Liao; Liu; Zhong	2012	China	Estudio de la contribución de la ciencia y la tecnología al crecimiento económico	Ingeniería y Computación
Louisot; Girardet	2012	Francia	Análisis de la solvencia de largo plazo en compañías de seguro y reaseguro	Economía y Finanzas
Chou; Sun; Yen	2012	Taiwan	Evaluación de los criterios de recursos humanos para ciencia y tecnología	Ingeniería y Computación

---

<sup>8</sup> Fecha de consulta: 31 de octubre de 2012.

Lopolito; Nardone; Prosperi; Sisto; Stasi	2011	Italia	Desarrollo de un modelo de biorefinerías en áreas rurales	Economía y Finanzas
Özdaban; Özkan	2011	Turquía	Evaluación del personal con conjuntos borrosos	Ingeniería y Computación
Wang; Song	2011	China	Redes neuronales en la evaluación de la performance gerencial de hospitales	Economía y Finanzas
Sabolovič	2011	República Checa	Valoración de regiones y corporaciones municipales	Economía y Finanzas
Buzko; Dyachenko; Nemashkalo	2011	Ucrania	Capital Humano y entrenamiento gerencial	Economía y Finanzas
Li; Lin; Yao	2010	China	Evaluación del riesgo y capital intelectual	Economía y Finanzas
Wu; Mou	2010	China	Ciclo de vida de la empresa	Ingeniería y Computación
Liu	2010	China	Evaluación de la performance de un servicio de información	Ingeniería y Computación
Wei; Li; Bi	2010	China	Investigación sobre la gestión de recursos humanos	Ingeniería y Computación
Guan; Zhao; Wu	2009	China	Inversión en capital humano en empresas de alta tecnología	Economía y Finanzas
Liu; Zou; Kang; Tang	2009	China	Evaluación de capital humano en empresas de logística con metodologías difusas	Ingeniería y Computación
Zhu; Xue	2009	China	Evaluación de la performance gerencial	Ingeniería y Computación
Qi; Fu	2009	China	Metodologías difusas en la construcción del capital intelectual	Ingeniería y Computación
Ke; Zhu; Diao	2009	China	Método computacional para determinar la contribución económica de la educación	Economía y Finanzas
Smith; Winchester; Jamieson; Nguyen	2009	Australia	Sistemas de seguridad en e-government	Ingeniería y Computación
Gao; Wang	2009	China	Evaluación del capital intelectual en empresas mineras	Economía y Finanzas
Gao; Wang	2009	China	Evaluación del capital intelectual en empresas constructoras	Economía y Finanzas
Jun; Jing	2009	China	Evaluación del capital humano en graduados universitarios	Economía y Finanzas
Koczan	2009	Inglaterra	Aplicación de lógica difusa a mercados de información asimétrica e incompleta	Economía y Finanzas
Yao; Chen	2009	China	Evaluación fuzzy de competencias de emprendedores	Ingeniería y Computación
Xirogiannis; Chytas; Glykas; Valiris	2008	Grecia	Impacto de los recursos humanos en el valor de la empresa para los accionistas	Ingeniería y Computación
Zhu; Guo; Diao; Xu	2008	China	Contribución de la educación al crecimiento económico chino	Ingeniería y Computación
Guo; Diao; Zhu; Li; Xing	2008	China	Contribución de la educación al crecimiento económico chino	Ingeniería y Computación

Yu; Zhu	2007	China	Relación educación-crecimiento económico chino con redes neuronales	Economía y Finanzas
He; Zhu	2007	China	Sistemas fuzzy en modelos de economías regionales	Ingeniería y Computación
He; Zhu	2007	China	Sistemas fuzzy en modelos input-output de economías regionales	Ingeniería y Computación
Yong; Kejun	2007	China	Efectos de los factores productivos en el crecimiento económico	Ingeniería y Computación
Chien; Chen	2007	Taiwan	Reclutamiento y retención de personal talentoso	Ingeniería y Computación
Lanzi	2007	Italia	Capacidades, capital humano y educación	Economía y Finanzas
Bozbura; Beskese; Kahraman	2007	Turquía	Jerarquización borrosa de medidas del capital humano	Ingeniería y Computación
Zhu; Yu; Diao	2007	China	Contribución de la educación al crecimiento económico	Ingeniería y Computación
Guo; Zhu; Li; Xing	2006	China	Contribución de la educación al crecimiento económico chino	Ingeniería y Computación
Teulings; De Vries	2006	Holanda	Contribución intergeneracional de las pérdidas en el mercado de capitales	Economía y Finanzas
Heller	2005	EEUU	Espacio fiscal	Economía y Finanzas
Hsu; Shyu; Tzeng	2005	Taiwan	Formación de biotecnólogos en Taiwan	Ingeniería y Computación
Johnson; Neave; Pazderka	2002	Canadá	Valuación de acciones y su relación con la innovación y el conocimiento	Economía y Finanzas
Qingrui; Wang	2001	China	Gestión del capital intelectual	Ingeniería y Computación
Zweifel	1982	Suiza	Evaluación fuzzy de la política de salud	Medicina

*Cuadro III.a. Artículos con palabras clave “fuzzy” y “human capital” en Scopus.*

*Fuente: elaboración propia en base a [www.scopus.com](http://www.scopus.com)*

Puede observarse en el cuadro anterior que hay 45 artículos publicados en revistas indexadas en la mencionada base de datos, que cubre aproximadamente 18.000 títulos, con las palabras clave indicadas.

De esas 45 publicaciones, la inmensa mayoría (26) son de autores chinos, 3 de Taiwan, 2 de Turquía, 2 de Italia y el resto de los países (Estados Unidos, Canadá, Francia, República Checa, Inglaterra, Holanda, Suiza, Grecia, Ucrania, Australia) solo tienen una publicación y hay dos artículos de autores de diferente nacionalidad: un brasilero con un estadounidense y un turco con un español.

Respecto del área que abarca la publicación, 27 son referidas a la Ingeniería y la Computación, 17 a la Economía y las Finanzas, y una a la Medicina.

Puede observarse también que en los últimos seis años es cuando aparecen la mayor cantidad de publicaciones (el 84%), lo cual da cuenta del avance en la aplicación de estas técnicas y de la relativa novedad de las mismas.

Todo esto refleja la importancia creciente de la aplicación de la lógica difusa a la medición y gestión del capital humano. Sin embargo, en ninguna de las publicaciones mencionadas se aplican las técnicas difusas de la manera que propondremos nosotros luego.

Para ampliar un poco el campo de aplicación, revisaremos la literatura referida a la aplicación de la lógica borrosa a las disciplinas contables y administrativas.

Tal como mencionan (COMUNALE, ROSNER and SEXTON, 2010:102), *“Los investigadores han utilizado la lógica difusa en muchas aplicaciones de contabilidad y negocios, incluyendo pronósticos de ventas, selección de stocks, análisis de ratios financieros, sistemas de soporte de decisiones, análisis de préstamos comerciales y juicios de significación contable.”*

Así, podemos destacar como pioneros en la aplicación de estas metodologías en las disciplinas administrativas y contables a (FAIRCLOTH and RICCHIUTE, 1981), que abordan el tratamiento de la ambigüedad en los reportes financieros, a (COOLEY and HICKS, 1983), que presentan un método para evaluar los sistemas de control interno con lógica difusa; a (KELLY, 1984), que trata sobre el principio contable de la significancia y la lógica difusa; y a (KAUFMANN y GIL ALUJA, 1986, 1987) que desarrollan un compendio de las técnicas borrosas y de sus aplicaciones en la empresa.

Más adelante en el tiempo, en la década de los '90 del siglo XX, resaltamos que (CHAN and YUAN, 1990) muestran cómo la lógica borrosa es adecuada para el tratamiento de la incertidumbre en los análisis de costo-volumen-utilidad; (GIL LAFUENTE, 1990) realiza un compendio de herramientas financieras y de análisis de estados contables con matemática difusa; (BREWER, GATION and REEVE, 1993) realizan un panorama de las aplicaciones de la lógica difusa en el planeamiento estratégico y las finanzas; (DE KORVIN, SIEGEL and AGRAWAL, 1995) incorporan la matemática borrosa en los análisis de costos; (BRY and CASTA, 1995) analizan la incorporación de la lógica difusa a la disciplina contable para el tratamiento de la imprecisión, la subjetividad y la incertidumbre; (LAWRENCE and BUTLER, 1995) aplican la matemática borrosa en procesos productivos respetuosos del medio

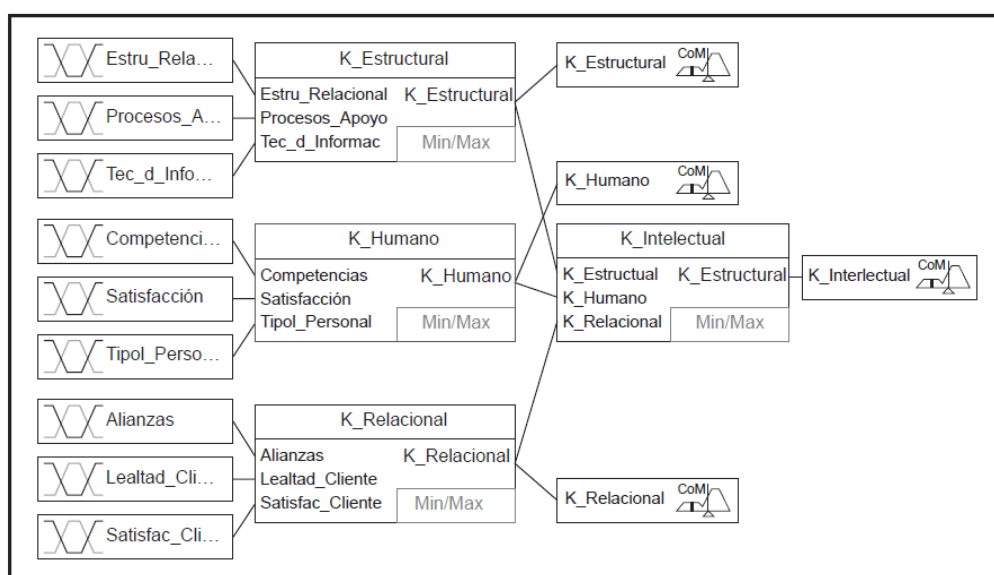
ambiente; (FEROZ and KWON, 1996) comparan la aplicación de las redes neuronales, la estadística y la lógica difusa en la explicación de las empresas investigadas por fraude en Estados Unidos; (LORENZANA, MÁRQUEZ y SARDÁ, 1996) aplican la lógica difusa en la selección de portafolios; (GIL LAFUENTE, 1996) desarrolla un instrumento utilizando matemática borrosa no numérica para identificar todos los posibles caminos que puede seguir una empresa para alcanzar la estructura financiera deseada; (COUTURIER and FIOLEAU, 1996) presentan el concepto de expertones y lo aplican a las preferencias de productos y diagnósticos empresariales; (DESHMUKH and ROMINE, 1996) y (DESHMUKH, ROMINE and SIEGEL, 1997) proponen la aplicación de la lógica borrosa para el tratamiento del riesgo de fraude en las empresas; (RANGONE, 1997) propone la utilización de etiquetas lingüísticas para analizar la eficiencia organizacional y los determinantes del éxito; (VON ALTROCK, 1997) realiza un racconto de diversas aplicaciones de la lógica difusa en finanzas y negocios; (GIL LAFUENTE, 1997) expone las distintas aplicaciones de la lógica y matemática borrosas en el Marketing; (DESHMUKH and TALLURU, 1998) desarrollan un modelo de detección de fraude y lo aplican sobre una base de datos de 382 casos y (FRIEDLOB and SCHLEIFER, 1999) aplican la lógica difusa en el manejo de los riesgos de auditoría.

Y a partir del año 2000 (PORTELA DE LIMA RODRIGUES, 2000) detalla la aplicación de herramientas borrosas para la exposición de las variaciones en los cambios de moneda; (REIG MULLOR, SANSALVADOR SELLES y TRIGUEROS PINA, 2000) abordan la cuestión de la aplicación de la lógica borrosa en la Contabilidad; (LENARD *et al*, 2001) aplican la lógica difusa para modelizar la tarea del auditor; (REIG MULLOR y GONZÁLEZ CARBONELL, 2002) presentan un modelo de gestión de materiales basado en las técnicas borrosas; (ORTÍ, SÁEZ y TERCEÑO, 2002) tratan la incertidumbre en la selección de portafolios con herramientas difusas; (LIN, HWANG and BECKER, 2003) utilizan las redes neuronales y la lógica difusa para la detección de fraudes; (SANSALVADOR SELLÉS, REIG MULLOR y CAVERO RUBIO, 2004) utilizan la matemática borrosa para cuantificar los costos intangibles de la contabilidad; (MICHALOPOULOS *et al*, 2004) aplican la lógica difusa en la selección de portafolios para el caso concreto de bonos emitidos por el gobierno griego; (GONZALEZ SANTOYO *et al*, 2004) aplican la matemática borrosa en la selección de personal en las empresas; (SCHJÆR-JACOBSON, 2004) analiza la modelización en la Economía con técnicas borrosas; (COMUNALE and SEXTON, 2005) y (ROSNER, COMUNALE and SEXTON, 2005) utilizan la lógica difusa para la

aplicación del principio de significación contable; (LAZZARI y FERNANDEZ, 2006) utilizan los números borrosos para el análisis de ratios financieros en las entidades aseguradoras; (MEDINA HURTADO, 2006) esboza un análisis del estado de la cuestión acerca de la utilización de la lógica difusa en problemas financieros; (RICO y TINTO, 2008) realizan un racconto de aplicaciones de la matemática difusa a las disciplinas contables y administrativas, (COMUNALE, ROSNER and SEXTON, 2010) aplican las técnicas borrosas para el análisis del riesgo de fraude en las empresas y (DE ANDRÉS SÁNCHEZ, 2011) y (BRIOZZO, PESCE y VILLARREAL, 2011) aplican las herramientas borrosas para diferentes análisis de casos de evaluación de proyectos de inversión.

Por supuesto que la enumeración anterior no pretende ser taxativa, y se refiere a los artículos y manuales más destacados en el área y que abarcan aplicaciones de la matemática borrosa a diversas áreas de las disciplinas administrativas y contables, como la auditoría, la gestión de inventarios y de recursos humanos, la planificación financiera, entre otros.

Es de destacar el antecedente de la utilización de la lógica difusa para la medición del capital humano que realizan (MEDINA HURTADO *et al*, 2010). Los autores aplican un sistema de inferencia difuso de tipo Mamdani sobre la base el modelo Intellect de gestión del capital intelectual, tal como se muestra en la Figura III.a.



*Figura III.a Estructura del sistema de lógica difusa para el capital intelectual*

*Fuente: (Medina Hurtado et al, 2010)*

En este modelo utilizan diferentes índices e indicadores para cuantificar las competencias de las personas, la satisfacción del personal y la tipología del personal. Luego aplican etiquetas lingüísticas a estos indicadores y, mediante una adecuada agregación, determinan un indicador del capital humano. Luego realizan lo propio para la determinación del capital estructural, a partir de aplicar etiquetas lingüísticas a los indicadores de la estructura relacional, los procesos de apoyo y las tecnologías de la información. Por último, operan análogamente sobre las alianzas estratégicas, la lealtad de los clientes y la satisfacción de los clientes, para obtener el capital relacional.

A partir de la obtención de estos tres tipos de capitales, se determina el indicador del capital intelectual a partir de un sistema de inferencia difuso de tipo Mamdani.

Llegado este punto, es de destacar que ninguna de las publicaciones referenciadas aborda el tema de la valuación del Capital Humano en las empresas de la manera en que nosotros propondremos a continuación.

Sin embargo, las técnicas que emplearemos para valuarlo sí han sido aplicadas por otros autores para valuar otros tipos de conceptos, con lo cual se ha puesto a prueba la factibilidad de su utilización tanto en forma teórica como empírica en algunos de los antecedentes que mencionamos.

Así, por ejemplo, (SANSALVADOR SELLÉS, REIG MULLOR y CAVERO RUBIO, 2004) desarrollan un procedimiento para valuar los costos intangibles de la calidad y aplican el mismo a un caso real para cuantificar monetariamente el daño a la imagen de una compañía de seguros que generó el no reconocimiento de un siniestro por cuestiones formales. La valuación de dicha pérdida la efectuaron a partir de números borrosos triangulares proporcionados por diversos expertos, cuyas opiniones fueron agregadas a través de la utilización de expertones.

También se ha aplicado la valuación de diferentes activos y partidas contables empresarias con números borrosos triangulares en (GIL LAFUENTE, 1990) y (LAZZARI y FERNANDEZ, 2006).

En el primer caso se aplican los números borrosos para analizar la solvencia de corto y de largo plazo de las empresas, para la presupuestación, para el análisis financiero mediante ratios, para el análisis del riesgo, para los efectos de los costos fijos en el beneficio y para la determinación del costo del capital.



En el segundo caso se miden distintas partidas contables con números borrosos y luego se analizan los resultados mediante ratios.

Por su parte, la aplicación de números borrosos para el cálculo del valor actual neto, metodología que luego emplearemos, fue aplicada en forma teórica y práctica por (BRIOZZO, PESCE y VILLARREAL, 2011) y por (DE ANDRÉS SÁNCHEZ, 2011), entre otros.

De esta manera se vislumbra que, desde lo metodológico, la aplicación de la matemática borrosa para la valuación del capital humano en las empresas se encuentra justificado en consideración de los antecedentes que mencionamos.

Pero por otra parte, consideramos que resulta apropiado mencionar las distintas ventajas que la Matemática Borrosa nos representa para encarar la valuación de estos conceptos.

Tal como afirman los profesores Kaufmann y Gil Aluja:

*“Los estudiosos de los problemas de la empresa intentan servirse de todas aquellas técnicas que son susceptibles de permitir una mejor captación de los fenómenos que la vida diaria plantea en toda su complejidad, con objeto de poder formalizarlos y así actuar sobre ellos.*

*Esta captación de la realidad ha tenido lugar tradicionalmente, a través de unos razonamientos basados en el concepto de precisión y que, frecuentemente, eran plasmados para su cuantificación a través de los esquemas clásicos de la matemática. Esto dio lugar a que se formalizara una ‘realidad modificada’ adaptada a los modelos matemáticos, en lugar de hacer lo contrario, es decir, una adaptación de los modelos a los hechos reales. (...)*

*El hecho de que la formalización, normalmente, comporta una visión restringida, obliga al investigador a elegir entre realizar desde el inicio una selección de elementos a considerar, para poder operar después con un instrumental preciso, o bien captar la realidad con toda su imprecisión y operar con estas informaciones ‘borrosas’, aún sabiendo que los resultados vendrán dados de manera imprecisa. La decisión se reduce a elegir entre un modelo preciso*

*pero que no refleja la realidad y un modelo vago pero más adecuado a la realidad.” (KAUFMANN y GIL ALUJA, 1986:15).*

Para más adelante agregar:

*“La complejidad de los problemas y la imprecisión de las situaciones han hecho necesario introducir esquemas matemáticos más flexibles y adecuados a la realidad. La teoría de los subconjuntos borrosos ha permitido el nacimiento de unas técnicas que van a facilitar la solución de aquellos problemas en los que la incertidumbre aparece de manera fundamental”. (KAUFMANN y GIL ALUJA, 1986:21).*

Es que la Matemática Borrosa se convierte en la herramienta más adecuada para el tratamiento de variables inmersas en la incertidumbre y/o en la subjetividad, donde no se puede asignárseles un valor preciso y/o una determinada probabilidad de ocurrencia a diferentes valores posibles.

En el caso de la determinación del valor del capital humano, resulta impreciso y subjetivo el valor que puede asignársele al mismo, de ahí que la utilización de la Matemática Borrosa resulta adecuada a estos fines.

El propio Zadeh, quien estableció en 1965, con su teoría de los subconjuntos borrosos, el marco matemático que permitiría formalizar la lógica borrosa (REIG MULLOR, SANSALVADOR SELLES y TRIGUEROS PINA, 2000), se replanteó más de 40 años después, en 2008, si era necesaria esta lógica borrosa, concluyendo que sí por sus aportes en<sup>9</sup>: a) el tratamiento con variables lingüísticas y reglas Si-Entonces; b) la generalización mayor de ésta por sobre la lógica bivalente; c) la teoría posibilística como la formalización de la percepción de posibilidad en vez de la percepción de verosimilitud; d) la modelización del lenguaje. (ZADEH, 2008).

Es así como podemos justificar desde lo teórico, desde lo metodológico y a partir de las comprobaciones empíricas que se han realizado en el pasado, que el tratamiento de la incertidumbre y la imprecisión, como en el caso de la valuación del capital humano en las empresas, puede abordarse con la lógica difusa y su Matemática consecuente, tal como lo haremos en nuestra propuesta.

---

<sup>9</sup> El autor menciona muchos otros aportes que están más relacionadas con la Ingeniería y la Computación, razón por la cual las obviamos en esta enumeración.



## IV. NUESTRA PROPUESTA

---

### IV.1. El Estado de Valor Estratégico

En trabajos anteriores, como por ejemplo (MALLO *et al*, 2000), hemos propuesto un estado extracontable gerencial complementario de los estados contables básicos que las normas legales y profesionales obligan a presentar anualmente a todas las empresas. Nos referimos al Estado de Valor Estratégico que se muestra en la Figura IV.1.a.

Modelo de Estado de Valor Estratégico								
Detalle	(1) Valor al cierre	(2) Valor al inicio	(3) Variación (1)/(2)	(4) Peso Relativo	(5) Valor Proyectado	(6) Variación (1)/(5)	(7) Variación Inversión del período	(8) Relación con variación del ejercicio (3)/(7)
Capital Humano								
Área 1								
Área 2								
Área 3								
Patentes								
Adquiridas								
Desarrolladas								
Marcas								
Adquiridas								
Desarrolladas								
Investigación & Desarrollo								
Imagen								
Cientela								
Total Activos Intangibles:								

*Figura IV.1.a. Estado de Valor Estratégico*

*Fuente: (Mallo et al, 2000)*

El objetivo de este estado es exponer cuantitativamente el monto que la empresa, o la organización en términos más generales, ha invertido en diferentes activos intangibles. Así, en la primera columna se enuncian, a modo de ejemplo, algunos de los activos intangibles que puede poseer una empresa, como capital humano, patentes, marcas y demás. A continuación, en las columnas (1) y (2) se expone el valor inicial y final que toman esos

activos, indicando la columna (3) su variación en términos relativos o porcentuales y en términos absolutos, en la columna (7).

Por su parte, la columna (4) destaca la importancia relativa de cada intangible como proporción respecto del total del rubro, y la columna (8) indica la eficiencia o impacto de la inversión en intangibles en la conformación del resultado del ejercicio.

Por último, las columnas (5) y (6) indican el valor proyectado de cada intangible en términos absolutos y porcentuales, respectivamente.

Ahora bien, la propuesta del Estado de Valor Estratégico representa un intento de exposición de los activos intangibles en un estado separado, extracontable, que implica reconocer la importancia que éstos tienen en la economía actual. El mismo podrá ser objeto de análisis como cualquiera de los distintos estados contables y podrá ser considerado como insumo valioso para la toma de decisiones por parte de los directivos de la empresa y de los terceros involucrados, como proveedores, clientes, entidades financieras, organismos recaudadores, etc. Al mismo tiempo, podrá ser considerado insumo para la elaboración de una estimación macroeconómica del valor del capital humano generado por las empresas.

Sin embargo, toda cuestión de exposición en materia contable contiene intrínsecamente una decisión de medición o valuación de las partidas o conceptos que se exponen, y es allí donde la complejidad aparece con mayor énfasis.

Nuestra propuesta consiste en la utilización de matemática difusa para la valuación de los diferentes intangibles que posee una empresa y, particularmente, al capital humano que genera o emplea.

Si bien el estado presentado, y algunas de las metodologías que describiremos a continuación, pueden ser utilizados para los distintos activos intangibles de una empresa, centraremos nuestra atención en el presente trabajo en la valuación del capital humano.

## **IV.2. Valor Actual Neto en incertidumbre**

### **IV.2.1. El Valor Actual Neto**

Una metodología válida para la valuación de activos intangibles en general, y del capital humano en particular, es la aplicación del Valor Actual Neto (VAN). Esto implicaría

descontar los ingresos netos futuros que generarían los recursos humanos de una empresa para obtener el valor del capital humano, tal como lo plantea el modelo de Lev – Schwartz ya expuesto.

En palabras de Irving Fisher:

*“...el valor del capital es simplemente el valor de los ingresos futuros descontados (...). El valor de cualquier propiedad, o derecho, o riqueza, es su valor como fuente de ingresos, y se determina descontando esos ingresos esperados. (...) Los ingresos se derivan de los bienes de capital. Pero el valor de los ingresos no se deriva del valor de los bienes de capital. Por el contrario, el valor del capital se deriva del valor de los ingresos. (...) No es hasta que sabemos cuanto ingreso nos puede generar un bien de capital que podemos asignarle un valor a ese capital.” (FISHER, 1930). (Traducción propia)*

Así, el capital humano, desde el enfoque de la empresa que lo utiliza, tiene valor por los ingresos que le generará en el futuro, los cuales deberán ser descontados a una tasa de interés apropiada. Por supuesto, la fundamentación para descontar (o actualizar) los ingresos futuros utilizando una tasa de interés determinada, radica en el hecho de que los ingresos futuros se encuentran en diferentes momentos del tiempo y, para homogeneizarlos, es necesario expresarlos a todos en un mismo momento. Si la valuación del capital humano pretende determinarse para el momento actual, todos los ingresos futuros que se estima genere dicho capital humano deberán expresarse a valores actuales. Cuanto más lejanos en el tiempo se encuentren los ingresos que se quiere descontar, menor será su valor actualizado, por cuanto el dinero disponible con anterioridad permite ser invertido y obtener así un rendimiento, además de que cuanto más lejano en el tiempo se encuentre un ingreso, mayor será el riesgo de no obtenerlo llegado el momento.<sup>10</sup>

En condiciones de certeza, la fórmula para obtener el valor del capital humano será, entonces:

---

<sup>10</sup> El presente trabajo no pretende extenderse sobre estas cuestiones propias de la Matemática Financiera y de la Administración Financiera. El lector interesado en profundizar estos conceptos puede consultar cualquier libro de texto de estas disciplinas, siendo excelentes ejemplos (FISHER, 1930), (MAO, 1986) y (SUAREZ SUAREZ, 1998).

$$VCH = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{FFN_t}{(1+k)^t} P_{v,t} P_{p,t}$$

Donde:

$VCH$  es el Valor del Capital Humano

$FFN_t$  es el flujo de fondos neto correspondiente al período  $t$

$k$  es la tasa de actualización

$t$  es la medida del tiempo, normalmente medida en años

$P_{v,t}$  es la probabilidad de que el empleado esté vivo en el momento  $t$

$P_{p,t}$  es la probabilidad de que el empleado permanezca en la firma en el momento  $t$

Así, los flujos de fondos netos esperados que genere un empleado, adecuadamente descontados, deberán ser ponderados por la probabilidad de que dicho empleado continúe con vida en cada uno de los años venideros, y luego ponderarlos por la probabilidad de que, estando con vida en cada año, continúe prestando servicios para la empresa. Deberá aplicarse esta fórmula a cada empleado y luego sumar los resultados obtenidos para llegar al valor del capital humano de una empresa. Una alternativa sería formar grupos homogéneos de empleados y estimar el valor de cada grupo primero, mediante el cálculo del valor del capital humano de un representante por grupo, y luego ponderar los resultados en función de la cantidad de empleados que haya por grupo<sup>11</sup>.

La probabilidad de que una persona se encuentre con vida en algún momento futuro puede estimarse muy bien a partir de las tablas de mortalidad, siendo las tablas CSO un muy buen ejemplo.

Sobre la probabilidad de que una persona continúe trabajando en la empresa en momentos futuros, hablaremos más adelante.

Es evidente, por otra parte, que tanto los flujos de fondos netos que se espera obtener en el futuro, como la evolución de la tasa de corte en períodos siguientes, deberían ser representados por números borrosos, debido a la incertidumbre inherente a dichos valores (el signo  $\sim$  debajo de cada variable denota que se trata de un número borroso). Introduciendo este concepto, la fórmula anterior quedará:

---

<sup>11</sup> Esta metodología presenta mayores ventajas cuánto mayor cantidad de empleados posea una empresa. Para la formación de grupos homogéneos y representantes de cada grupo pueden utilizarse técnicas de análisis multivariado como las de *clusters* y de vecino más cercano. Un excelente texto sobre estos temas es (URIEL y ALDÁS, 2005).

$$VCH = \sum_{t=0}^n \frac{FFN}{(1+k)^t} P_{v,t} P_{p,t}$$

La forma de valuar el capital humano con esta metodología consiste en consultar a un experto<sup>12</sup> en el tema acerca de los flujos de fondos que se espera que genere este activo en el futuro, a la vez que el mismo u otro experto puede determinar la tasa de corte que debe utilizarse para descontar dichos flujos.

De esta forma, una empresa con un alto valor de capital humano generará mayores rendimientos en el futuro, siendo los ingresos netos descontados el valor que puede asignársele a dicho activo.

Debemos aclarar que la fórmula expuesta debería ser utilizada para medir la contribución de cada empleado al valor del capital humano total de la empresa. Si, por el contrario, se pretende estimar el valor del capital humano en conjunto para la firma, debe procederse de la misma forma, pero sin incluir las probabilidades de que cada empleado deje de prestar servicios en la empresa, en cuyo caso la fórmula quedaría:

$$VCH = \sum_{t=0}^n \frac{FFN}{(1+k)^t}$$

#### **IV.2.2. Consideraciones sobre los flujos de fondos netos**

Puede considerarse que el capital humano incluye las competencias individuales, los conocimientos, la capacitación, la experiencia, el ambiente laboral, los valores personales (honestidad, confianza, amabilidad, entre otros), tanto de los empleados como de los directivos de una empresa. Evidentemente, las fuentes de ese capital humano pueden ser innatas, como la fuerza física, la inteligencia, la perseverancia, o el carisma; o pueden ser adquiridas y/o potenciadas. En este sentido, el Estado puede jugar un rol fundamental, sobre todo mediante la oferta adecuada de educación y salud a sus habitantes, pero también las empresas mediante capacitaciones al personal o demás actividades que ayuden a incrementar el valor del capital humano.

---

<sup>12</sup> En realidad lo ideal sería consultar a diversos expertos y agregar sus opiniones con alguna de las metodologías mencionadas en el anexo, como los expertones.



Así, que los recursos humanos que ponen a disposición de una empresa sus aptitudes y actitudes sean de un mayor valor, traducido en los indicadores recién señalados, hará que la firma perciba mayores ingresos, y eso debe reflejarse de algún modo.

La valuación que deberá hacer el experto consistirá en estimar cuán mayores serían los flujos de fondos de la empresa debido al capital humano que dispone la misma.

Cuando desarrollamos el modelo de Lev – Schwartz destacamos que discrepábamos con los autores en cuanto a los ingresos a considerar para obtener el valor del capital humano. Ellos consideraban el sueldo que los empleados ganarían en el futuro, en base a estadísticas oficiales, haciendo una implícita suposición de que el salario es un adecuado indicador del valor que el empleado genera para la empresa. Haciendo caso omiso de las imperfecciones de los mercados tanto de productos como de trabajo, esta metodología, como oportunamente destacamos, llevaría a obtener un valor del capital humano exactamente igual al valor del pasivo que se generaría por la obligación de pagar los sueldos futuros al personal, generando en consecuencia un efecto neutro sobre el valor para la empresa. Esta conclusión a la que se arriba no permite explicar por qué las empresas incurren en variadas y cuantiosas erogaciones para incrementar el valor del capital humano de sus empleados, sea mediante cursos de capacitación, programas de integración y motivación o cualquier otra actividad de las mencionadas anteriormente.

El valor de los ingresos que deben estimarse para poder calcular el valor del capital humano, es el referido al incremento que generarían en los ingresos totales de la empresa esas cualidades propias de sus empleados, detrayéndoles las erogaciones que son necesarias para tal fin, las cuales son, básicamente, los sueldos y las inversiones en capital humano.

Veamos un ejemplo para esclarecer la cuestión. Si una empresa industrial contrata obreros con experiencia en el rubro, y eso permite un incremento en la producción de un 10% respecto de lo que se podría producir con obreros sin experiencia, los ingresos que deben considerarse son los que surjan de multiplicar el 10% de producción adicional por su contribución marginal (definida como precio de venta menos costos variables, incluyendo éstos últimos los sueldos de empleados sin experiencia), y a ese resultado restarle el adicional que se paga de sueldos por tener empleados con mayor experiencia y, si los hubiera, los costos de inversión en capital humano.

Planteemos esta situación numéricamente. Se instala una empresa que produce calefactores y contrata obreros sin experiencia en el rubro. Se producen 4.000 calefactores por año y se les paga a los empleados \$44.000 por año a cada uno. El precio de cada calefactor es de \$750, siendo los costos variables unitarios de \$230, de los cuales \$110 corresponden a sueldos y \$120 a materiales y costos indirectos de fabricación. La nómina de empleados contiene a 10 operarios.

Otra empresa similar en el mercado posee la misma cantidad de empleados, pero con mayor experiencia y capacitación. Produce 4.400 calefactores anuales, los que vende al mismo precio. Se paga a cada empleado \$45.500 por año y los costos variables de materiales y costos indirectos de fabricación son similares a la otra empresa. Adicionalmente, esta empresa gasta \$20.000 anuales en actividades de esparcimiento e integración para sus empleados, representando los operarios el 30% del personal.

Para obtener los flujos de fondos netos a fin de calcular el valor del capital humano de esta segunda empresa, deberá calcularse el aporte adicional que realizan los empleados a las utilidades de la empresa, en relación con su competidora, como se muestra en la siguiente tabla.

	Empresa 1		Empresa 2	
Ventas	$\$750 \cdot 4000$	\$ 3.000.000,00	$\$750 \cdot 4400$	\$ 3.300.000,00
Costos variables	$\$230 \cdot 4000$	\$ -920.000,00	$\$230 \cdot 4400$	\$ -1.012.000,00
Adicional sueldos			$\$1.500 \cdot 10 \cdot 13$	\$ -195.000,00
Inversión en CH				\$ -6.000,00
Contribución mg		\$ 2.080.000,00		\$ 2.087.000,00

Para obtener el monto de ventas, se multiplica la producción por el precio de venta, asumiendo que toda la producción se vende en el año. Para los costos variables, nótese que se considera el mismo monto unitario en primer término y luego se resta el sueldo en exceso que paga la segunda empresa como retribución a una mayor experiencia de sus obreros. Nótese que se multiplica por 13 porque se incluye al sueldo anual complementario. Así, se determina que los obreros de la segunda empresa generan un incremento anual de ingresos para la empresa de \$7.000. Si para el resto de los años estos números se estima que se mantendrán, cada flujo de fondos a descontar será de \$7.000. Caso contrario habrá que estimar las variaciones que pudieran sufrir.

Ahora bien, éste análisis merece algunas consideraciones. En primer lugar, se complicaría la situación para el caso de la estimación de ingresos netos futuros, por la incertidumbre inherente, lo cual se abordaría con técnicas borrosas, como veremos. En segundo lugar, habría que hacer una distinción respecto de los empleados que no participan directamente en el proceso productivo. Veremos estas cuestiones seguidamente.

Con respecto al primer punto, la complejidad y la incertidumbre inherentes en este tipo de tareas amerita la utilización de la Matemática Borrosa, constituyéndose así en una metodología acorde a la situación planteada.

Si bien los valores estimados sobre los ingresos futuros pueden ser aportados por un único experto, lo ideal sería consultar a varios y agregar sus opiniones según lo expondremos luego.

Para el caso de la valuación de capital humano, los distintos expertos a quienes se puede consultar, entre otros, son el Gerente de Recursos Humanos de la empresa o consultores en Recursos Humanos, entre otros.

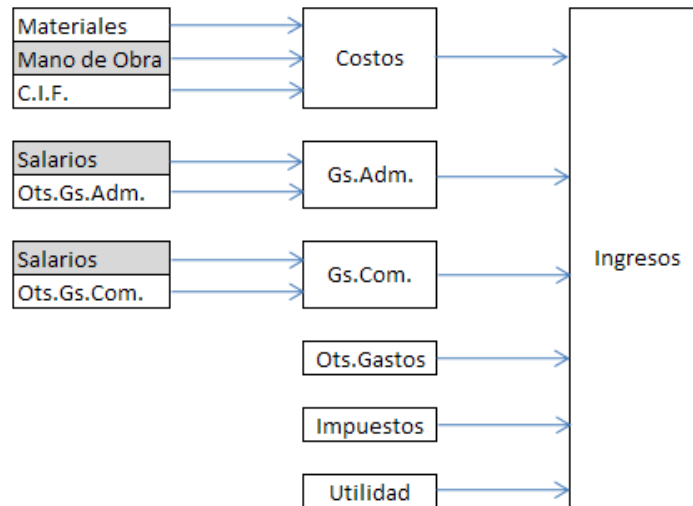
Para el caso de que sean más de uno los expertos consultados, habría que agregar la opinión de los diferentes expertos para obtener una única medida del valor del intangible en cuestión, lo cual puede realizarse a partir de la utilización del método Fuzzy Delphi, o a través de expertones o mediante una media simple o ponderada, como se explica en el anexo.

La forma en que los expertos arriban a sus estimaciones es, en principio, irrelevante. No obstante ello, indicaremos que no solo la experiencia y el conocimiento personal sobre el tema son determinantes a la hora de la valuación de estos activos, sino que la utilización de herramientas estadísticas, matemáticas, económicas, financieras u otras pertinentes a la tarea son de suma importancia.

Respecto del segundo punto, esto es, la valuación del capital humano de personas que no participan directamente del proceso productivo, debemos tener presente que los ingresos de una empresa se encuentran conformados por costos, gastos, impuestos y una eventual utilidad, tal como puede verse en la Figura IV.2.2.a.

Dentro de los costos encontramos los materiales, la mano de obra y los gastos indirectos de fabricación. Como en la elaboración de los bienes o servicios que se comercializan están involucradas personas, hay capital humano utilizado por la empresa, como ya vimos. Pero también hay capital humano involucrado en otras tareas diferentes de

la producción, como las relacionadas con las áreas de comercialización y de administración. Estos empleados también ponen a disposición de la empresa su fuerza de trabajo y, consecuentemente, su capital humano, con el objetivo de que la firma obtenga mayores beneficios, por lo que es menester valorarlo.



*Figura IV.2.2.a. Identidad Ingresos - Egresos*

*Fuente: elaboración propia*

Ahora bien, si pretendemos medir el capital humano de cada empleado, independientemente del lugar de trabajo que ocupe, identificando al mismo por el salario obtenido, caeríamos en la misma trampa que Lev y Schwartz, por cuanto ninguna utilidad reportaría a la empresa la utilización del capital humano si se le retribuyera en su totalidad a los empleados.

Lo que correspondería hacer es lo siguiente: habría que estimar los ingresos totales de la empresa, período por período, y luego restarle los costos y gastos variables y fijos no relacionados con los recursos humanos. El saldo resultante corresponde a la retribución de los recursos humanos por su capital humano puesto a disposición de la empresa, y a la retribución de los capitalistas propietarios de la empresa. Ésta última retribución puede estimarse en valores razonables de acuerdo a las condiciones de mercado y el resto es lo que corresponde a utilidad por la utilización de recursos humanos. Al detraerse los salarios efectivamente pagados queda como resultado el valor que genera el capital humano para la empresa en cada período.

Es decir:

$$\begin{array}{l} \text{Ingresos totales} \\ - \text{Costos y gastos no humanos} \\ - \text{Utilidad razonable para capitalistas} \\ - \text{Costos y gastos humanos} \\ \hline \text{FFN adicionales generados por capital humano} \end{array}$$

Podrá fácilmente observarse que el valor del capital humano con esta metodología se obtiene residualmente, detrayendo de la utilidad real de la empresa la utilidad razonable, siendo la diferencia el aporte neto del capital humano a la utilidad de la empresa.

La razón por la cual preferimos exponer separadamente los costos y gastos humanos de los no humanos es que de esta forma se aprecia mejor la relación entre el aporte neto del capital humano y la retribución que éste percibe.

Es necesario, por otro lado, aclarar dos cuestiones. La primera se refiere a que no necesariamente el valor del capital humano para la empresa representa una “explotación” del recurso humano en el sentido de una apropiación por parte del capitalista de una utilidad generada por los trabajadores. En primer lugar porque no necesariamente el capital humano se genera en forma individual por cada empleado, sino que puede potenciarse por la sinergia generada en el grupo o por las condiciones laborales aportadas por los empresarios; y en segundo lugar porque las inversiones en capital humano generadas por la empresa se realizan con la intención de obtener un rendimiento, caso contrario se invertirían esos fondos en otros destino.

La segunda cuestión tiene que ver con la rentabilidad razonable para los capitalistas. Para ello debe considerarse al Patrimonio Neto como el monto de la inversión por parte de los capitalistas, y la tasa de rendimiento razonable debería ser estimada por un experto, al igual que los flujos de fondos netos. Lo que debería considerarse para la estimación de la tasa de rendimiento sería el costo de oportunidad más un adicional por el riesgo empresario, es decir, el rendimiento que puede obtenerse en una actividad sin riesgo, como puede ser un plazo fijo o el rendimiento de un bono emitido por Estados Unidos, más una prima por el riesgo, para lo cual puede ser la entropía no probabilística un indicador, como veremos luego.

Por último, diremos que para calcular el aporte de cada empleado al valor del capital humano, habría que dividir el total de los flujos de fondos estimados de acuerdo a lo ya expuesto entre todos los empleados, asignándole a cada uno el porcentaje que representa su sueldo en el total de la nómina. Es decir, si un empleado tiene un sueldo que representa el 0,78% del total de sueldos pagados, a ese empleado se le computará el 0,78% del total de flujo de fondos netos estimados para ese año. Previa actualización de estos flujos de fondos, como ya se explicó, habría que multiplicar los flujos de fondos por las probabilidades de que permanezca en la empresa. Claramente, la metodología de asimilar la distribución de sueldos a la distribución de los flujos de fondos es una aproximación, por cuanto lo más adecuado sería estimar la contribución de cada empleado a los flujos en forma individual, año a año, lo cual dificultaría enormemente el trabajo sin un aparente beneficio similar en los resultados obtenidos.

La suma de las estimaciones de capital humano de cada empleado no daría el mismo resultado que la estimación global anteriormente expuesta, debido a la incidencia de las probabilidades de que cada empleado continúe en la firma. La razón de esta diferencia radica en que en la estimación global se supone que en caso que un empleado se retire de la empresa, éste será adecuadamente reemplazado, por lo que las probabilidades intervinientes tenderían a 1.

#### **IV.2.3. Consideraciones sobre la tasa de descuento**

Una de las principales dificultades que presenta la metodología propuesta es la referida a la selección de la tasa de actualización o descuento  $k$ . Dicha tasa de interés se entiende que debe ser el costo de oportunidad del capital invertido en el proyecto, cuando de evaluación financiera de proyectos de inversión se trata. Con un criterio análogo, para el caso que nos ocupa de valorar el capital humano, lo que debemos considerar para actualizar los flujos de fondos definidos en el acápite anterior, es el importe al que equivale cada flujo futuro en moneda de hoy, es decir que debe utilizarse para la actualización, la tasa de rendimiento de los capitales de la empresa.

Hay dos posturas en este sentido, o utilizar una tasa de rendimiento mínima aceptable, o utilizar el rendimiento que los capitales rendirían en el largo plazo en el mercado

financiero. Consideramos que para el tema que tratamos la segunda opción es la más adecuada, por cuanto no se trata de evaluar un proyecto de inversión sino de, reiteramos, actualizar flujos futuros que se generarían dentro de un proyecto que es la empresa como un todo. No habría una decisión de inversión específicamente vinculada en este caso, sino que es más bien el resultado de decisiones más amplias.

Ahora bien, como señala (SUAREZ SUAREZ, 1998), el modelo supone la perfección del mercado financiero, el cual dista mucho de ser perfecto. Muchas son las tasas de interés aplicables y dependen de los plazos, de las regiones, de los importes invertidos, de los oferentes de fondos, de los inversionistas, y de muchas otras circunstancias, lo cual dificulta determinar la tasa de actualización a aplicar.

Esta circunstancia despertó interés en la comunidad científica desde la década de 1970 acerca de qué tasas de interés efectivamente utilizaban las empresas para actualizar los flujos de fondos. Uno de los trabajos más recientes y completos es el de (BRUNER *et al*, 1998).

En dicho trabajo se realizó una investigación acerca de la forma de trabajar por parte de distintas empresas y asesores y lo recomendado por diferente bibliografía. Se destaca que la metodología de flujo de fondos descontados es la predominante para la evaluación de inversiones, que la tasa de actualización mayormente utilizada es el del costo de capital promedio ponderado (CCPP), que las ponderaciones se basan en valores de mercado y no contables y que para estimar el costo del capital propio se utiliza generalmente el *Capital Asset Pricing Model* (CAPM).

En general, entonces, se utiliza como tasa de actualización el CCPP, que surge de:

$$CCPP = k_{deuda} * (1-t) * w_{deuda} + k_{capital\ propio} * w_{capital\ propio}$$

Donde  $k$  es el costo de capital propio o ajeno,  $t$  es la tasa impositiva que puede descontarse de los intereses pagados y  $w$  es la ponderación de cada tipo de capital. Evidentemente, si hubieran distintos tipos de deudas y capitales propios involucrados, con diferentes costos, debería desagregarse la fórmula en los distintos tipos de capital utilizados.

Evidentemente, no habría inconveniente en la determinación del costo del capital ajeno ni de las ponderaciones. La dificultad radica en la determinación del costo del capital propio.

Como dijimos, se utiliza mayormente el CAPM para su determinación. Este modelo reconoce dos grandes fuentes: (MARKOWITZ, 1952) y (SHARPE, 1964). Ambos autores, junto a

Miller, recibieron el Premio Nobel de Economía en 1990 por sus trabajos pioneros en teoría de economía financiera.

Intentaremos plantear resumidamente el modelo CAPM a fin de completar la exposición teórica sobre la tasa de actualización a utilizar.

El análisis de Markowitz se basa en que los inversores, al momento de decidir una inversión, evalúan básicamente dos aristas de la misma, la rentabilidad y el riesgo. Para un inversor con aversión al riesgo, que es lo habitual, ambas juegan en sentido opuesto, es decir, una mayor rentabilidad y un menor riesgo es lo deseable. De esta forma, un mayor riesgo debe ser compensado con una mayor rentabilidad. Markowitz utiliza la esperanza matemática del rendimiento esperado como indicador de rentabilidad y su desviación *standard* o variancia como indicador de riesgo.

Bajo estas condiciones, lo primero que hay que hacer es determinar el conjunto de carteras eficientes, es decir, aquellas carteras o portafolios que proporcionan una máxima ganancia para un riesgo dado, o mínimo riesgo para una rentabilidad determinada.

El área sombreada en la Figura IV.2.3.a representa las distintas alternativas de inversión, cada una con su rentabilidad  $[E(p)]$  y su riesgo  $[\sigma^2(p)]$ . De todas esas alternativas, sólo serán eficientes las que se encuentren en el arco CE, por cuanto ellas minimizan el riesgo para cada nivel de rentabilidad, o maximizan la rentabilidad para cada nivel de riesgo<sup>13</sup>. La forma de encontrar estas opciones matemáticamente es mediante programación cuadrática.

Una vez representada la situación del mercado financiero, corresponde analizar la situación del inversor frente al riesgo, lo cual se representa mediante curvas de indiferencia. Un mapa de curvas de indiferencia se muestra en la Figura IV.2.3.a. Nótese que tienen una ordenada al origen positiva que indica las combinaciones de diferentes rendimientos sin riesgo. Para permanecer en la misma curva de indiferencia, debe compensarse con mayor rentabilidad ante un mayor riesgo, y cuanto mayor sea éste último, la rentabilidad necesaria para compensarlo crece a tasa creciente, lo cual es representado con la concavidad de las curvas respecto al eje positivo de ordenadas. La razón conceptual de esta forma radica en que usualmente los inversores manifiestan una aversión creciente al riesgo.

---

<sup>13</sup> Para el lector interesado: la convexidad de la frontera eficiente está demostrada matemáticamente en (SHARPE, 1964) y en (SUAREZ SUAREZ, 1998).



El equilibrio se encontrará en el punto de tangencia entre las curvas de indiferencia y el conjunto de carteras eficientes, que en la Figura IV.2.3.a se representa por el punto Co. Evidentemente, la frontera de carteras eficientes es un dato “objetivo” proporcionado por el mercado financiero, mientras que el mapa de indiferencia es “subjetivo” y no observable.

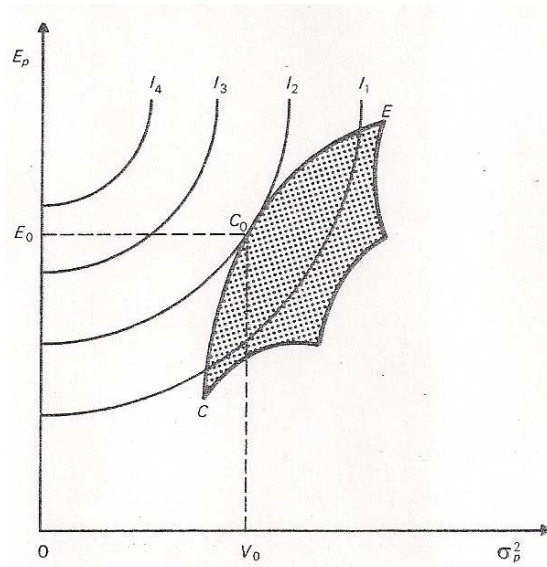


Figura IV.2.3.a. Curvas de indiferencia y carteras de inversión

Fuente: (SUAREZ SUAREZ, 1998:473)

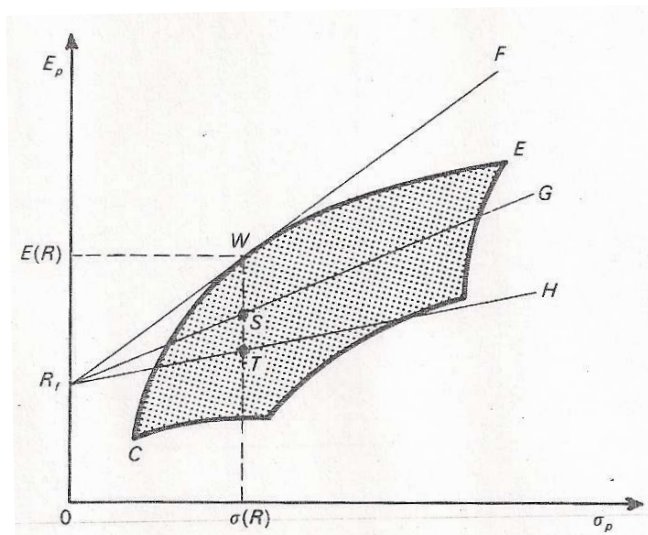
Ahora bien, el modelo de Markowitz está elaborado en base a portafolios o carteras de activos riesgosos<sup>14</sup>. Si al análisis se le agrega la posibilidad de prestar dinero, o pedir prestado, a una tasa libre de riesgo, podemos obtener la recta del mercado de capitales (CML)<sup>15</sup>, la cual contiene a las distintas combinaciones de activos libres de riesgo, que será la parte del presupuesto prestada o adeudada, y un portafolio de la frontera de eficiencia de Markowitz. La rentabilidad de esta cartera mixta ( $R_p$ ) será el promedio ponderado entre la rentabilidad del portafolio con riesgo ( $R$ ) y la tasa libre de riesgo ( $R_f$ ), es decir, la función de esta recta será:

$$E_p = R_f + \frac{E(R) - R_f}{\sigma(R)} \sigma_p$$

<sup>14</sup> Precisamente esta condición es la que determina que la frontera de eficiencia sea convexa.

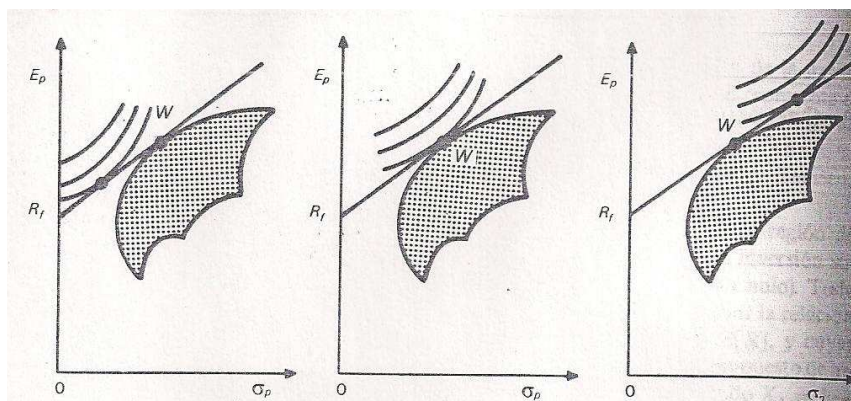
<sup>15</sup> Por sus siglas en inglés: *Capital Market Line*.

Nótese que la rentabilidad esperada es la tasa libre de riesgo más un premio por el riesgo asumido, que es la pendiente de la CML, que puede interpretarse como la recompensa en rentabilidad por unidad de riesgo.



*Figura IV.2.3.b. Portafolios y frontera de eficiencia*

*Fuente: (SUAREZ SUAREZ, 1998:505)*



*Figura IV.2.3.c. Financiación en los portafolios y la frontera de eficiencia*

*Fuente: (SUAREZ SUAREZ, 1998:508)*

En la Figura IV.2.3.b. puede verse la combinación de portafolios con la frontera de eficiencia y la recta del mercado de capitales. En el punto W, donde la CML se hace tangente a la frontera de eficiencia, se invertirá todo el presupuesto en un portafolio de riesgo, sin prestar ni pedir prestados fondos. A la izquierda de este punto se prestará dinero a la tasa libre de riesgo y a la derecha de ese punto se pedirá prestado a la tasa libre de riesgo. El

equilibrio para un inversor se obtendrá a partir de las curvas de indiferencia. Cuando la CML sea tangente de la curva de indiferencia más alejada al origen, obtendremos el equilibrio.

En la Figura IV.2.3.c. se grafica: a la izquierda, un equilibrio donde se prestan fondos a la tasa libre de riesgo; en el centro un equilibrio sin activos libres de riesgo; y a la derecha un equilibrio con fondos pedidos prestados a la tasa libre de riesgo.

Ahora bien, (SHARPE, 1964) introduce el concepto de riesgo sistemático y riesgo no sistemático. El riesgo sistemático es la variabilidad en el rendimiento debida a la variabilidad general del mercado financiero (SHARPE, 1964:438). Este tipo de riesgo, o variabilidad, es el mínimo al que puede aspirarse con la diversificación de los portafolios, ya que su origen radica en cuestiones socio-político-culturales que afectan a todo el mercado financiero. Por su parte, el riesgo no sistemático es el que puede ser eliminado mediante la diversificación.

El riesgo sistemático suele estimarse mediante  $\beta_p$ , que mide la forma en que los rendimientos de un activo cambian sistemáticamente con las variaciones en los rendimientos del mercado, en largos períodos de tiempo, en términos matemáticos:

$$\beta_p = \frac{Cov(R_p, R_M)}{\sigma_M^2}$$

Entonces, si ahora graficamos en el eje de abscisas  $\beta_p$  en lugar de  $\sigma_p$ , la ecuación de CML será:

$$E_p = R_f + (E_M - R_f)\beta_p$$

Esta es la expresión básica del modelo CAPM: el rendimiento de una cartera está dado por la tasa libre de riesgo más un premio por el riesgo generado por el precio del riesgo  $(E_M - R_f)$  multiplicado por la cantidad de riesgo  $\beta_p$ .

En definitiva, la tasa de interés que usualmente se utiliza por parte de los expertos para actualizar los flujos de fondos, es el costo promedio ponderado del capital, siendo la tasa de interés de fondos prestados la que efectivamente se paga y la tasa de interés de capitales propios la definida por el modelo CAPM.

Queda entonces por determinar cuál es la tasa libre de riesgo, cuál es la estimación de  $\beta_p$  y cuál es el premio del mercado por el riesgo:

- a) Respecto de la tasa libre de riesgo, siguiendo la lógica del CAPM, lo que correspondería considerar sería la tasa de interés de las letras del Tesoro de Estados Unidos a 90 días. Sin embargo, a los fines de actualizar los flujos de fondos para

obtener el valor actual del capital humano, debemos considerar el largo plazo, por eso habría que considerar el rendimiento de los bonos del Tesoro estadounidense a 5 o 10 años.<sup>16</sup> En efecto, en el estudio de (BRUNER *et al*, 1998), el 70% de los entrevistados consideró éste último rendimiento como la tasa libre de riesgo.

- b) Para la estimación de  $\beta$ , que indica la forma en que varía el rendimiento de un activo en relación a la variación general del rendimiento en el mercado financiero, suelen utilizarse estimaciones publicadas o cálculos privados.
- c) Por último, el premio por riesgo refleja el rendimiento adicional que se espera respecto de la tasa libre de riesgo, y suelen utilizarse para ello series cronológicas históricas de largo plazo.

De las estimaciones de estas tres componentes, puede establecerse el rendimiento para el capital propio. Este rendimiento y el interés pagado por el capital ajeno utilizado, se promedia, previa ponderación, para establecer la tasa de corte adecuada para actualizar los flujos de fondos.

Por supuesto, aquí también tendremos incertidumbre y podrán aplicarse las técnicas borrosas, como lo mostraremos seguidamente.

#### **IV.2.4. Caso de aplicación**

Para ejemplificar los desarrollos metodológicos expresados en los párrafos anteriores, expondremos un caso de aplicación numérico.

Supongamos que se solicita a algunos expertos que estimen los ingresos y costos futuros de la empresa. A tales fines, se fija el horizonte temporal en 5 años, debido a que un plazo mayor incrementaría en demasía la incertidumbre del cálculo y, al actualizar los flujos de fondos, no incorporarían al análisis una diferencia sustancial.

Podemos suponer que los expertos definieron los ingresos y egresos y que en sucesivas ruedas del método Fuzzy-Delphi, que puede consultarse en el Anexo, se determinaron los valores que pueden observarse en la Figura IV.2.4.a.

---

<sup>16</sup> Se consideran los rendimientos de bonos estadounidenses por ser la economía más fuerte del planeta y la menos riesgosa.

	Año 1			Año 2			Año 3			Año 4			Año 5		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
<b>Ingresos</b>															
Cant. Ventidas	\$ 8.316.000,00	\$ 8.636.000,00	\$ 8.896.000,00	\$ 8.906.436,00	\$ 9.338.754,50	\$ 9.712.652,80	\$ 9.538.792,96	\$ 10.098.695,65	\$ 10.604.274,33	\$ 10.216.047,26	\$ 10.920.477,01	\$ 11.577.746,71	\$ 10.941.386,61	\$ 11.809.130,82	\$ 12.640.583,86
Precio	\$ 630,00	\$ 635,00	\$ 640,00	\$ 642,60	\$ 650,88	\$ 659,20	\$ 655,45	\$ 667,15	\$ 678,98	\$ 668,56	\$ 683,83	\$ 699,35	\$ 681,93	\$ 700,92	\$ 720,33
<b>Costos vbles. unit.</b>															
Materiales	\$ 125,00	\$ 127,70	\$ 129,90	\$ 127,50	\$ 130,89	\$ 134,45	\$ 130,05	\$ 134,16	\$ 139,15	\$ 132,65	\$ 137,52	\$ 144,02	\$ 135,30	\$ 140,96	\$ 149,06
Mano de obra	\$ 35,00	\$ 35,70	\$ 36,10	\$ 35,70	\$ 36,59	\$ 37,36	\$ 36,41	\$ 37,51	\$ 38,67	\$ 37,14	\$ 38,44	\$ 40,02	\$ 37,89	\$ 39,41	\$ 41,43
C.I.F.	\$ 65,00	\$ 66,00	\$ 66,80	\$ 66,30	\$ 67,65	\$ 69,14	\$ 67,63	\$ 69,34	\$ 71,56	\$ 68,98	\$ 71,07	\$ 74,06	\$ 70,36	\$ 72,85	\$ 76,65
	\$ 25,00	\$ 26,00	\$ 27,00	\$ 25,50	\$ 26,65	\$ 27,95	\$ 26,01	\$ 27,32	\$ 28,92	\$ 26,53	\$ 28,00	\$ 29,94	\$ 27,06	\$ 28,70	\$ 30,98
<b>Costos fijos</b>															
Materiales	\$ 3.500.000,00	\$ 3.622.000,00	\$ 3.775.000,00	\$ 3.570.000,00	\$ 3.712.550,00	\$ 3.907.125,00	\$ 3.641.400,00	\$ 3.805.363,75	\$ 4.043.874,38	\$ 3.714.228,00	\$ 3.900.497,84	\$ 4.185.409,98	\$ 3.788.512,56	\$ 3.998.010,29	\$ 4.331.899,33
Mano de obra	\$ 120.000,00	\$ 123.000,00	\$ 125.000,00	\$ 122.400,00	\$ 125.050,00	\$ 128.375,00	\$ 124.848,00	\$ 128.176,25	\$ 133.903,13	\$ 127.344,96	\$ 131.380,66	\$ 138.589,73	\$ 129.891,96	\$ 134.655,17	\$ 143.440,38
C.I.F.	\$ 1.230.000,00	\$ 1.250.000,00	\$ 1.300.000,00	\$ 1.234.600,00	\$ 1.281.250,00	\$ 1.345.500,00	\$ 1.279.692,00	\$ 1.313.281,25	\$ 1.392.594,50	\$ 1.305.285,84	\$ 1.346.113,28	\$ 1.441.333,24	\$ 1.331.391,56	\$ 1.375.766,11	\$ 1.491.779,50
	\$ 2.150.000,00	\$ 2.250.000,00	\$ 2.350.000,00	\$ 2.193.000,00	\$ 2.306.250,00	\$ 2.432.250,00	\$ 2.236.860,00	\$ 2.363.906,25	\$ 2.517.375,75	\$ 2.281.597,20	\$ 2.423.003,91	\$ 2.605.487,01	\$ 2.327.229,14	\$ 2.483.579,00	\$ 2.896.679,05
<b>Gastos vbles. unit.</b>															
Sueldos adm.	\$ 38,13	\$ 38,64	\$ 39,19	\$ 38,89	\$ 39,60	\$ 40,33	\$ 39,67	\$ 40,59	\$ 41,92	\$ 40,46	\$ 41,61	\$ 43,35	\$ 41,27	\$ 42,65	\$ 44,83
Otros adm.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Sueldos com.	\$ 1,50	\$ 1,60	\$ 1,70	\$ 1,53	\$ 1,64	\$ 1,76	\$ 1,56	\$ 1,68	\$ 1,82	\$ 1,59	\$ 1,72	\$ 1,88	\$ 1,62	\$ 1,77	\$ 1,95
Otros com.	\$ 6,30	\$ 6,35	\$ 6,40	\$ 6,43	\$ 6,51	\$ 6,59	\$ 6,55	\$ 6,67	\$ 6,79	\$ 6,69	\$ 6,84	\$ 6,99	\$ 6,82	\$ 7,01	\$ 7,20
Otros	\$ 25,83	\$ 26,04	\$ 26,24	\$ 26,35	\$ 26,69	\$ 27,16	\$ 26,87	\$ 27,35	\$ 28,11	\$ 27,41	\$ 28,04	\$ 29,09	\$ 27,96	\$ 28,74	\$ 30,11
	\$ 4,50	\$ 4,65	\$ 4,85	\$ 4,59	\$ 4,77	\$ 5,02	\$ 4,68	\$ 4,89	\$ 5,20	\$ 4,78	\$ 5,01	\$ 5,38	\$ 4,87	\$ 5,13	\$ 5,57
<b>Gastos fijos</b>															
Sueldos adm.	\$ 872.500,00	\$ 896.750,00	\$ 927.000,00	\$ 889.950,00	\$ 919.168,75	\$ 959.445,00	\$ 907.749,00	\$ 942.147,97	\$ 993.025,58	\$ 925.903,98	\$ 965.701,67	\$ 1.027.781,47	\$ 944.422,06	\$ 989.844,21	\$ 1.063.753,62
Otros adm.	\$ 220.000,00	\$ 230.000,00	\$ 240.000,00	\$ 224.400,00	\$ 235.750,00	\$ 248.400,00	\$ 228.888,00	\$ 241.643,75	\$ 257.094,00	\$ 233.465,76	\$ 247.884,84	\$ 266.092,49	\$ 238.135,08	\$ 253.876,96	\$ 275.405,52
Sueldos com.	\$ 112.000,00	\$ 114.250,00	\$ 116.750,00	\$ 114.240,00	\$ 117.106,25	\$ 120.836,25	\$ 116.524,80	\$ 120.033,91	\$ 125.065,52	\$ 118.855,30	\$ 123.034,75	\$ 129.442,81	\$ 121.232,40	\$ 126.110,62	\$ 133.973,31
Otros com.	\$ 360.000,00	\$ 370.000,00	\$ 385.000,00	\$ 367.200,00	\$ 379.250,00	\$ 398.475,00	\$ 374.544,00	\$ 388.731,25	\$ 412.421,63	\$ 382.034,88	\$ 398.449,53	\$ 426.856,38	\$ 389.675,58	\$ 408.410,77	\$ 441.796,36
Otros	\$ 124.000,00	\$ 125.500,00	\$ 127.250,00	\$ 126.480,00	\$ 128.637,50	\$ 131.703,75	\$ 129.009,60	\$ 131.853,44	\$ 136.313,38	\$ 131.589,79	\$ 135.449,77	\$ 141.084,35	\$ 134.221,59	\$ 138.538,52	\$ 146.022,30
	\$ 56.500,00	\$ 57.000,00	\$ 58.000,00	\$ 57.630,00	\$ 58.425,00	\$ 60.030,00	\$ 58.782,60	\$ 59.885,63	\$ 62.131,05	\$ 59.956,25	\$ 61.382,77	\$ 64.305,64	\$ 61.157,42	\$ 62.917,33	\$ 66.596,33
<b>Utilidad razonable capital.</b>															
Rentabilidad razonable	\$ 543.285,81	\$ 680.827,90	\$ 816.575,33	\$ 652.277,83	\$ 870.734,83	\$ 1.085.478,45	\$ 778.288,16	\$ 1.098.028,94	\$ 1.412.303,21	\$ 922.718,50	\$ 1.366.300,95	\$ 1.803.184,20	\$ 1.087.065,44	\$ 1.679.447,49	\$ 2.264.847,95
Patrimonio Neto	\$ 6.036.509,00	\$ 6.484.075,20	\$ 6.804.794,40	\$ 7.247.531,42	\$ 8.292.712,64	\$ 9.045.653,79	\$ 8.647.646,26	\$ 10.457.418,48	\$ 11.769.193,40	\$ 10.252.427,82	\$ 13.012.390,02	\$ 15.026.535,01	\$ 12.078.504,89	\$ 15.994.737,98	\$ 18.873.732,92
<b>Flujo de Fondos Netos CH</b>	\$ 565.436,67	\$ 1.174.266,10	\$ 1.712.707,19	\$ 529.218,11	\$ 1.390.061,98	\$ 2.148.796,40	\$ 454.516,58	\$ 1.607.853,35	\$ 2.626.136,36	\$ 336.524,54	\$ 1.827.413,48	\$ 3.148.958,51	\$ 169.921,48	\$ 2.048.487,46	\$ 3.721.931,94

Figura IV.2.4.a.

Fuente: elaboración propia

Para la estimación de los valores mostrados en dicha figura, se solicitó que se estimaran las cantidades vendidas año a año, el precio de venta, los costos e ingresos variables y fijos, discriminando los que tienen que ver con recursos humanos y los que no, y la utilidad razonable del capital, para lo cual se indicó que la política de la empresa es distribuir entre los socios el 20% de las utilidades.

Debido a la incertidumbre inherente, se solicitó a los expertos indicar sus estimaciones mediante NBTs, es decir, considerando un valor mínimo que pueda tomar cada variable año por año y un valor máximo y medio.

En el Anexo puede consultarse la forma de operar con números borrosos. Cabe hacer la aclaración de que se utilizó en este caso la simplificación de suponer que al operar con NBTs se obtienen como resultados otros NBTs, aunque no necesariamente esto sea así. Esta simplificación no altera significativamente los resultados.

Para la obtención de los ingresos, suponemos que la agregación de la opinión de los expertos fue que, para el primer año, se venderán entre 13.200 y 13.900 unidades, a un precio de entre \$630 y \$640. Los valores de mayor confianza son 13.600 y \$635 respectivamente. Evidentemente, el escenario de menores ingresos surgirá de multiplicar la menor cantidad por el menor precio. Los otros dos escenarios se obtienen análogamente. De la misma manera se opera con los costos y gastos.

Para la utilidad razonable del capital, debe establecerse primeramente el monto del patrimonio neto año a año, que es la inversión de los socios en la empresa. Dicho monto se obtiene sumando al patrimonio neto del período anterior el 80% de las utilidades esperadas en dicho año, ya que el 20% se distribuyen como dividendos. Se parte de un patrimonio inicial de \$5.000.000. Luego se estima que la rentabilidad razonable para la actividad y el monto invertido debe estar entre el 9% y el 12%, siendo 10,5% lo más razonable.

Con estos datos se obtiene el flujo de fondos netos generado por el capital humano, de la siguiente manera: al mínimo de los ingresos se le resta el máximo de los costos y gastos fijos, el máximo de los costos y gastos variables unitarios (multiplicados por el menor nivel de ventas, porque hay una relación directa entre los ingresos y los costos y gastos variables, siguiendo el criterio de Minkowski) y el máximo de la utilidad razonable del capital. Esta operación nos garantiza que el resultado obtenido es el mínimo flujo de fondos generado por el capital humano. En forma inversa debería obtenerse el máximo del flujo de fondos, es

decir, tomando los mayores ingresos y los menores costos y egresos. Para el valor central se toman todos los valores centrales de ingresos, costos y egresos.

De la misma manera se trabaja para el resto de los años. Se considera un crecimiento de entre el 5% y el 6% anual en las cantidades vendidas y de entre el 2% y el 3% anual en el precio. Para los costos y gastos se consideró un crecimiento anual de entre el 2% y el 3,5%. Evidentemente, estos porcentajes deberían ser propuestos por los expertos.

De esta forma, los flujos de fondos netos generados por el capital humano son:

Año 1: [565.436,67; 1.174.266,10; 1.712.707,19]

Año 2: [529.218,11; 1.390.061,98; 2.148.796,40]

Año 3: [454.516,58; 1.607.853,35; 2.626.136,36]

Año 4: [336.524,54; 1.827.413,48; 3.148.958,51]

Año 5: [169.921,48; 2.048.487,46; 3.721.931,94]

Nótese como la amplitud entre los valores mínimo y máximo de cada año se hace cada vez más grande, es decir, crece la entropía no probabilística, lo cual es lógico considerando que a medida que nos alejamos en el tiempo, resulta más difícil ser preciso en las estimaciones.

Una vez obtenidos los flujos de fondos, deberá estimarse la tasa de actualización correspondiente. Para ello se solicita a los expertos que determinen la tasa libre de riesgo, el  $\beta_p$  correspondiente y la prima por el riesgo asumido.

Supongamos que previa agregación de la opinión de los expertos consultados, siguiendo alguna de las metodologías descriptas en el anexo, los resultados obtenidos son los que se muestran en la Figura IV.2.4.b.

	Año 1			Año 2			Año 3			Año 4			Año 5		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
<i>Comp. s/capital ajeno</i>	9,24%	9,58%	9,79%	10,37%	11,15%	11,34%	11,52%	12,60%	13,14%	12,64%	14,10%	14,88%	14,06%	15,75%	16,72%
Pasivo / Activo	70,00%	71,50%	72,50%	68,00%	71,50%	72,00%	67,00%	71,00%	73,00%	66,50%	70,50%	73,50%	66,00%	70,00%	74,00%
Tasa de interés ajena	13,20%	13,40%	13,50%	15,25%	15,60%	15,75%	17,20%	17,75%	18,00%	19,00%	20,00%	20,25%	21,30%	22,50%	22,60%
<i>Comp. s/capital propio</i>	5,51%	9,44%	12,96%	4,93%	8,77%	13,54%	4,10%	8,64%	13,16%	3,40%	8,44%	13,04%	2,75%	7,92%	12,82%
PN / Activo	27,50%	28,50%	30,00%	28,00%	28,50%	32,00%	27,00%	29,00%	33,00%	26,50%	29,50%	33,50%	26,00%	30,00%	34,00%
Tasa libre de riesgo	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%
$\beta_p$	1,17	1,18	1,20	1,16	1,18	1,21	1,15	1,19	1,21	1,14	1,19	1,22	1,14	1,20	1,22
Rendimiento esperado	18,00%	29,00%	37,00%	16,00%	27,00%	36,00%	14,00%	26,00%	34,00%	12,00%	25,00%	33,00%	10,00%	23,00%	32,00%
Tasa de actualización	15,30%	19,03%	22,20%	16,27%	19,93%	23,91%	17,24%	21,24%	24,68%	18,29%	22,54%	25,68%	19,47%	23,67%	26,88%

Figura IV.2.4.b.

Fuente: elaboración propia



En dicha figura puede verse la forma en que se estima la tasa de interés para la actualización de los flujos de fondos. La forma escogida para su determinación fue mediante un promedio ponderado de las tasas de interés de los capitales ajeno y propio. Para la estimación de la tasa de interés pagada año a año se plantea un NBT para cada año. También se estima un NBT para los valores de  $\beta_p$  para cada año y para el rendimiento esperado ejercicio por ejercicio.

Por otra parte, debe estimarse la participación del capital ajeno y del capital propio en la empresa, representada por el porcentaje del pasivo respecto del activo y del patrimonio neto respecto del activo.

Por último, la estimación de la tasa final es el promedio ponderado de ambas tasas obtenidas, para el capital ajeno y propio, con una consideración importante. Dado que la participación del capital propio está vinculada a la participación del capital ajeno, porque ambas deben sumar el 100% del activo, el valor mínimo de la tasa de corte resultado será el menor valor de la suma de la composición sobre capital ajeno y propio; y el valor máximo del resultado será el mayor de estos valores. Es decir, para el primer año, el 15,3% obtenido como tasa mínima y el 22,2% obtenido como tasa máxima surgen de sumar 9,24% y 12,96%, por un lado, y 9,79% y 5,51% por el otro. El menor resultado de ellos es 15,3% y el mayor resultado de ellos es 22,2%. Los otros pares (9,24% con 5,51% y 9,79% con 12,96%) no corresponde calcularlos porque no representan posibilidades factibles, ya que la suma de los porcentajes de capital propio y ajeno no alcanzan al 100%.

Una vez determinadas las tasas de corte, habrá que calcular el valor actual de los flujos de fondos obtenidos anteriormente.

$$\begin{aligned}
 VCH = & \frac{[565.436,67; 1.174.266,10; 1.712.707,19]}{[1,153; 1,1903; 1,222]} + \\
 & + \frac{[529.218,11; 1.390.061,98; 2.148.796,40]}{[1,153; 1,1903; 1,222] * [1,1627; 1,1993; 1,2391]} + \\
 & + \frac{[454.516,58; 1.607.853,35; 2.626.136,36]}{[1,153; 1,1903; 1,222] * [1,1627; 1,1993; 1,2391] * [1,1724; 1,2124; 1,2468]} + \\
 & + \frac{[336.524,54; 1.027.413,48; 3.148.958,51]}{[1,153; 1,1903; 1,222] * [1,1627; 1,1993; 1,2391] * [1,1724; 1,2124; 1,2468] * [1,1829; 1,2254; 1,2568]} + \\
 & + \frac{[169.921,48; 2.048.487,46; 3.721.931,94]}{[1,153; 1,1903; 1,222] * [1,1627; 1,1993; 1,2391] * [1,1724; 1,2124; 1,2468] * [1,1829; 1,2254; 1,2568] * [1,1947; 1,2367; 1,2688]}
 \end{aligned}$$



El resultado final, entonces, es:

$$VCH = [1.251.262,28; 4.532.120,27; 8.128.748,67]$$

Este valor se interpreta diciendo que el valor del capital humano de esta empresa es cercano a los \$4,5 millones, estando entre \$1,25 millones y \$8,13 millones. Por supuesto, cuanto mayor sea la incertidumbre en cuanto a la generación de flujos de fondos y en cuanto a la tasa de interés futura, mayor va a ser la amplitud del número borroso resultante.

Es de destacar que el plazo que se tomó en cuenta para la estimación de los flujos de fondos es de 5 años, por cuanto es un plazo razonable para hacer estimaciones confiables de la evolución de los flujos de fondos y de las tasas de interés.

No obstante ello, si quisiera extenderse el plazo de análisis, podría estimarse una tasa anual de crecimiento de los flujos de fondos, con lo cual los flujos descontados a partir del año 6 seguirían una serie en progresión geométrica, pudiéndose fácilmente sumar la cantidad de términos que se quiera.

Por ejemplo, si deseamos fijar el horizonte de análisis en 30 años, suponiéndose que en dicho plazo la empresa alcanzará una madurez tal que no ameritaría extender el análisis a años posteriores, podría estimarse que a partir del sexto año los flujos de fondos crecerán a una tasa anual de [10%; 12%; 15%] y suponiendo que la tasa de descuento será idéntica para los años 6 a 30 con el siguiente NBT: [20%; 24%; 27%], resultará que la suma de los flujos descontados de los años 6 a 30 serán una serie geométrica de razón  $q=1,10/1,27$ , para el valor mínimo;  $q=1,12/1,24$  para el valor central y  $q=1,15/1,20$  para el valor máximo. Así, la suma de los flujos descontados de los años 6 a 30 responderá a la siguiente fórmula:

$$S = \frac{FFN_5 \frac{1 - q^{25}}{1 - q}}{\prod_{i=1}^5 (1 + k_i)} = \frac{FFN_5 \frac{1 - q^{25}}{1 - q}}{(1 + k_1) * (1 + k_2) * (1 + k_3) * (1 + k_4) * (1 + k_5)}$$

Donde S es la suma de los flujos de fondos descontados de los años 6 a 30; q es la razón de crecimiento definida anteriormente, y  $k_i$  es la tasa de descuento de los períodos 1 a 5, por cuanto el numerador actualiza los flujos hasta el período 5 y no hasta la actualidad.

### **IV.3. Análisis del cumplimiento de los requisitos de la información contable<sup>17</sup>**

Una vez presentada nuestra propuesta para la valuación del capital humano con matemática borrosa y su posterior exposición, corresponde analizar si de esta manera se cumple con los requisitos de la información contable, ya que nuestra propuesta original era exponer el valor del capital humano en un estado extracontable complementario.

Siguiendo la RT N° 16, los estados contables brindan información sobre el patrimonio y la evolución económica – financiera de un ente para facilitar la toma de decisiones.

Claramente, las resoluciones técnicas vigentes adoptan criterios de reconocimiento y valuación de los activos intangibles que atentan contra el objetivo de los estados contables, de acuerdo a lo oportunamente expuesto, y, directa o indirectamente, los requisitos que debe reunir la información contable, según estas mismas normas, también lo hacen.

Con la introducción de la Matemática Borrosa para valuar los activos intangibles, se sincera la información a brindar a los usuarios de los estados contables, en el sentido que el resultado no tendrá la precisión de la Matemática tradicional, pero será coherente con la dificultad implícita en la valuación de dichos activos y otorgará un rango de valores que representará el valor de los intangibles.

Quién tenga que tomar decisiones de distinta índole frente a los estados contables de un ente, necesitará que la información contenida en ellos sea lo más fiel posible a la realidad económica – financiera del mismo. Con la normativa vigente es evidente que ello no ocurre, por lo menos en cuanto a los activos intangibles se refiere. Consideramos que es preferible resignar precisión en la valuación de los mismos a exactitud. Indiscutiblemente es más preciso informar que el valor de los bienes intangibles de un ente es de \$0,00 que decir que es de entre \$80.000,00 y \$130.000,00, siendo el valor más confiable \$100.000,00, pero también es indiscutible que el primero está mucho más reñido con la realidad que el segundo.

Debido a la falta de precisión de los números borrosos triangulares que se expondrían en el Estado de Valor Estratégico, consideramos pertinente incluir al mismo como

---

<sup>17</sup> Parte de los conceptos desarrollados en este apartado fueron incluídos en un trabajo nuestro anterior. Véase MORETTINI, Mariano (2006).

información complementaria a los Estados Contables básicos, e incluir en éstos el promedio de los tres valores característicos.

Además, el valor determinado por medio de las técnicas borrosas, que estarán incluidos en el Estado de Valor Estratégico, podrá servir como valor límite de los activos intangibles, en caso que el valor contable de los mismos continúe informándose como hasta ahora y no se adopten nuestras propuestas.

Así, ningún activo intangible podrá tener un valor reflejado en los estados contables que sea superior al límite máximo del número borroso triangular que le corresponda en el Estado de Valor Estratégico.

Si recordamos los cuatro aspectos fundamentales en los que son útiles los estados contables según (VIEGAS *et al*, 1997), vemos que la utilidad de las técnicas borrosas es mayor que las prácticas actuales.

En relación al primer aspecto, el control de gestión, lo más importante es vincular el resultado del ejercicio con la inversión del período, a fin de determinar la rentabilidad de la misma. Indudablemente, si un programa de capacitación al personal cuesta \$20.000 pero se estima que redundará en una disminución de costos de entre \$60.000 y \$80.000, con máxima confianza en \$75.000, no será lo mismo informar que los \$20.000 invertidos son pérdida que informar que se logró incrementar las capacidades del personal aumentando el valor de los activos intangibles. La información contable actual, según la normativa vigente, informaría que la decisión del ente de encarar dicha capacitación perjudicó la rentabilidad de la empresa e incrementó los gastos, lo cual es falso, ya que de ser así nunca se hubiera tomado esa decisión. El Estado de Valor Estratégico informaría, en cambio, que se logró mejorar la competitividad de la fuerza laboral esperando resultados positivos de entre 3 y 4 veces la inversión efectuada.

En cuanto a la financiación de la empresa, no se logran mejores resultados con la introducción de la Matemática Borrosa considerando el corto plazo, pero al pensar en el largo plazo sí, porque entran en juego los estados contables proyectados, donde el papel de las técnicas borrosas para la valuación de los intangibles, entre otros, es fundamental<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> El lector interesado en la aplicación de la matemática borrosa a los estados contables proyectados, puede consultar, por ejemplo (MALLO *et al*, 2011).

Respecto del valor de la empresa, es evidente el aporte de la Matemática Borrosa. Como dijimos con anterioridad, no es lo mismo decir que el ente no posee activos intangibles (lo que equivale a no reconocerlos contablemente) que decir que existen y dar su valor aproximado. En éste último caso el Estado de Valor Estratégico es crucial, y el aporte de la Matemática Borrosa esencial en su elaboración.

En cuanto al último aspecto enunciado por los autores, el saneamiento financiero, es limitado el aporte de los estados contables, y también el de la introducción de nuestras propuestas.

Veamos ahora si las técnicas presentadas cumplen con los requisitos de la información contable.

- Pertinencia: al brindar valuación de activos intangibles acordes a la realidad, permite confirmar si las inversiones efectuadas en los mismos fueron fructíferas o no y ayudan a mejorar los pronósticos.
- Confiabilidad:
  - Aproximación a la realidad: no cabe duda alguna que la aplicación de estas técnicas brinda un valor a los activos intangibles que se aproxima más a la realidad que el otorgado según las normas actuales. Destaquemos los beneficios de las mismas en cada uno de los requisitos para cumplir con la aproximación a la realidad:
    - Esencialidad: con técnicas borrosas se reconocería todo activo intangible en función de la realidad económica, a diferencia de las reglas actuales de reconocimiento de intangibles.
    - Neutralidad: tal vez la información brindada con técnicas borrosas no sea lo objetiva que es la información actual. Una alternativa para mejorar esto sería consultar a distintos expertos en cada tema para luego obtener una opinión representativa de todos, es decir, aplicar el método Fuzzy – Delphi, por ejemplo. Tampoco hay que confundir objetividad con precisión. Con las metodologías presentadas puede arribarse a valores objetivos en el sentido que dos observadores independientes pueden alcanzar

resultados similares, aunque estos no sean precisos sino números borrosos.

- Integridad: si alguna técnica para valorar intangibles no cumple con este criterio es la contemplada en las normas contables vigentes. Nuestra propuesta reconocería todos los activos intangibles, cumpliendo con el requisito de integridad.
- Verificabilidad: consultando a distintos expertos para valorar un intangible se logra este requisito.
- Sistemática: no se afecta este requisito con la introducción de técnicas borrosas
- Comparabilidad: idem anterior.
- Claridad: idem anterior.

Queda demostrado, de esta manera, que las metodologías propuestas dan incluso mayor cumplimiento a los requisitos de la información contable que las propias técnicas vigentes.

Como expresáramos al inicio de este acápite, recordamos que efectuamos este análisis ya que nuestra propuesta original se refería a la presentación de un estado extracontable, complementario de los estados contables básicos, donde se expusiera el valor de los distintos activos intangibles, dentro de los cuales incluimos, evidentemente, al Capital Humano.

## **V. CONCLUSIONES**

---

En la Introducción de la presente tesis efectuamos una síntesis de los distintos modelos macroeconómicos referidos al crecimiento económico y mencionamos el papel que cada uno otorgaba al capital humano, el cual poseía una importancia creciente a medida que los modelos eran más cercanos en el tiempo.

Destacamos, en esa oportunidad, que la Macroeconomía se ha ocupado, tanto desde lo teórico como desde lo empírico, de describir la relación entre el crecimiento económico y el capital humano con suficiente rigurosidad y empeño.

Sin embargo, decíamos en la Introducción, no pareciera que a la hora de operacionalizar el cálculo del capital humano a nivel microeconómico hubiera un desarrollo teórico ni empírico de la misma importancia o magnitud que la que mencionamos a nivel macro, con lo cual nos fijábamos como objetivo de la tesis, una vez expuesto el marco teórico referido al tratamiento que la Economía, la Administración y la Contabilidad brindaban a la valuación y gestión del capital humano, proponer una forma de valuación del capital humano en las empresas con la introducción de la matemática borrosa, sustentando dicha aplicación en los desarrollos teóricos y empíricos que la comunidad científica ha efectuado respecto de la utilización de la lógica difusa en temas económicos, administrativos y contables.

Una vez expuesto el marco teórico, quedó demostrado que la Economía ha estudiado el tema del Capital Humano a nivel microeconómico con una profundidad y extensión mucho menor que a nivel macroeconómico, no existiendo intentos concretos de proponer una forma de valorar el capital humano en las empresas, con la excepción del desarrollo de Weisbrod, el cual no ha tenido un impacto relevante a nivel bibliométrico ni empírico en la ciencia económica, a pesar de haber transcurrido ya medio siglo desde su enunciación. No obstante ello, es de destacar el importante antecedente que significa el intento por modelizar una forma de valorar el capital humano, a pesar de que el mismo no contemple la incertidumbre inherente al tema.

Por su parte, desde la Administración, los desarrollos teóricos y prácticos que existen se refieren básicamente a “monitores” que intentan describir el impacto del capital humano en los resultados empresariales y mostrar la evolución que el mismo va teniendo en el

tiempo, sin determinar, ninguno de ellos, el valor que el capital humano tiene, sino que simplemente se utilizan indicadores varios, absolutos o relativos, referidos a la capacitación y formación del personal y a los resultados concretos obtenidos en el área de recursos humanos, entre otros.

Es así como los debates más importantes en este tema provienen de la Contabilidad. Doctrinariamente existen diferentes posturas respecto del reconocimiento contable o no de este intangible. Normativamente, sin embargo, predominó la postura de no reconocer estos activos contablemente. Sin embargo, las tendencias en las normas internacionales se orientan en la dirección de informar sobre estos activos en forma complementaria a los estados contables.

Por otra parte, ya hace 40 años que Lev y Schwartz propusieron un modelo matemático para la valuación del capital humano en las empresas. Es cierto que adolece de diferentes falencias, a nuestro criterio, relacionadas con el no reconocimiento de la incertidumbre inherente al tema y con la forma en determinar tanto los flujos de fondos como la tasa de descuento. Sin embargo, es de destacar que, junto con el de Weisbrod, son los únicos dos modelos que intentan proponer una forma de valorar en capital humano desde una perspectiva microeconómica.

Nuestra propuesta, finalmente, se refiere a la presentación de un estado extracontable que informe sobre el valor de los distintos activos intangibles, dentro de los cuales se encontraría el capital humano.

La forma que proponemos para valorar el capital humano se basa en el descuento de los flujos de fondos netos que puede generar la persona para la empresa, sustentado desde la perspectiva de Irving Fisher acerca de cuál es el valor del capital, que es la misma que aplican tanto Weisbrod como Lev y Schwartz.

Sin embargo, una de las principales innovaciones de nuestra propuesta se refiere al reconocimiento de la incertidumbre imperante en la determinación tanto de los flujos de fondos futuros como de la tasa de descuento a aplicar, con lo cual la utilización de la matemática borrosa se convierte en el mejor abordaje que puede efectuarse de la cuestión, atento a que la misma se ha desarrollado con el objeto de dar eficaz tratamiento a los problemas que presentan subjetividad, imprecisión, vaguedad o incertidumbre, como es el caso que nos ocupa.

Efectuamos, entonces, algunas consideraciones respecto de la forma en que debe determinarse el valor de los distintos flujos de fondos futuros, en función de la incertidumbre inevitable que los envuelve, realizando un análisis pormenorizado de los conceptos que se encuentran incluídos en estos flujos de fondos, y de la forma en que dicha incertidumbre afecta a cada uno de ellos.

Por otra parte, también nos ocupamos de determinar cuál podría ser la metodología a utilizar para la determinación de la tasa de descuento de dichos flujos de fondos, para lo cual proponemos la utilización de las técnicas tradicionales provenientes de las finanzas, con el agregado de la lógica difusa para dar mejor tratamiento a la también inherente incertidumbre que la afecta.

Por último, nos propusimos investigar si las propuestas por nosotros efectuadas dan o no cumplimiento a los requisitos de la información contable, atento a que el valor que nuestro modelo arroja puede ser útil a nivel gerencial, pero también para actores externos a la empresa, por lo que su inclusión en un estado extracontable, como proponemos, resultaría por demás conveniente.

Concluimos, en este aspecto, que nuestra propuesta cumple todos y cada uno de los requisitos de la información contable, tanto o más acabadamente que las técnicas que doctrina y normativa proponen sobre el particular.

En suma, y referido a la hipótesis que nos planteamos al comienzo de nuestro trabajo, concluimos que, efectivamente, la introducción de la matemática difusa puede contribuir favorablemente al problema de la medición del capital humano, cumpliendo los diferentes requisitos de la información contable.

Y hemos cumplido nuestro objetivo de proponer una forma novedosa de valuación del capital humano en las empresas.

Como hemos citado al comienzo del trabajo, *“la dificultad en determinar el valor del capital humano en condiciones de incertidumbre es responsabilidad de la inicial falta de un tratamiento sistemático del tema en la economía”*. (LEV and SCHWARTZ, 1971:104).

Creemos que hemos cumplido en aportar un análisis sobre el tema y una propuesta metodológica que contribuya a reducir la mencionada “dificultad”.

Quedará para futuras investigaciones, propias o ajenas, la aplicación empírica de nuestro modelo.





## ANEXO: CONCEPTOS INTRODUCTORIOS DE MATEMÁTICA DIFUSA

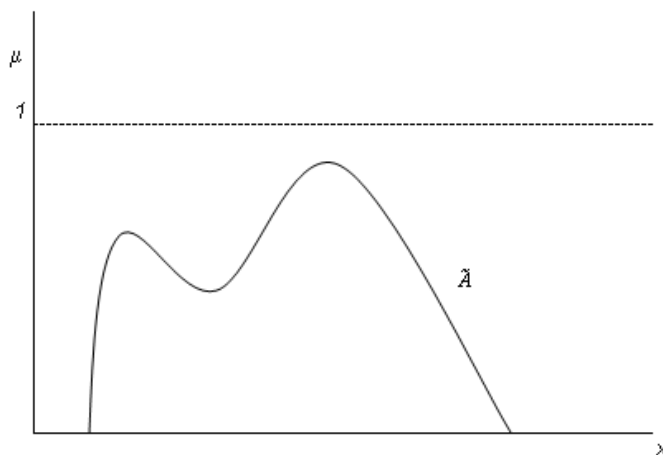
---

### A.1. Lógica difusa y subconjuntos borrosos

Durante siglos la Matemática se basó en el principio aristotélico del tercero excluido, según el cual un elemento puede formar o no parte de un conjunto dado, negando una tercera posibilidad.

El surgimiento de la lógica multivaluada, a comienzos del siglo XX, admite todas las alternativas posibles entre los dos extremos aristotélicos, es decir, un elemento puede pertenecer a un conjunto en un grado dado. Así, y siguiendo el ejemplo utilizado por (ZADEH, 1965:338), en el conjunto de las mujeres bellas encontraremos a mujeres de distintas clases, las que tendrán un grado de pertenencia variable a dicho conjunto.

Así, un subconjunto borroso  $\tilde{A}$  es una función  $\mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0,1]$  que asigna a cada elemento del conjunto  $X$  un valor  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  perteneciente al intervalo  $[0,1]$ , llamado nivel de pertenencia de  $x$  a  $\tilde{A}$ .



*Figura A.1.a. Subconjunto borroso no normal y no convexo*

El gráfico anterior representa un subconjunto borroso donde a cada valor de la variable  $x$  le corresponde un grado o nivel de pertenencia  $\mu$ , el cual puede tomar cualquier valor del continuo  $[0,1]$ . Sin embargo, como para ningún valor de  $x$  existe un grado de pertenencia total, lo cual sería representado por un valor de  $\mu$  igual a 1, se trataría de un subconjunto

borroso no normal. Obviamente, un subconjunto borroso normal sería aquel para el cual a al menos un valor de  $x$  le corresponde un valor de  $\mu$  igual a 1.

Tampoco se trataría de un subconjunto borroso convexo, porque éstos últimos son aquellos en los cuales para cada nivel de  $\alpha$  existe uno y sólo un intervalo de  $A\alpha$ , siendo un subconjunto ordinario de nivel  $\alpha$  aquel grupo de elementos de  $x \in \tilde{A}$  cuya función característica  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  sea mayor o igual a un valor de  $\alpha$  determinado.

## **A.2. Números Borrosos.**

En base a estos conceptos, surgen los números borrosos. Siguiendo a (KAUFMANN y GIL ALUJA, 1987), podemos decir que si consideramos una variable que puede tomar cualquier valor dentro del conjunto de los números reales, con la condición de que éste sea mayor o igual a un número  $a_1$  y menor o igual a  $a_2$ , diremos que el segmento  $A=[a_1; a_2]$ , siendo  $a_1 \leq a_2$  y ambos pertenecientes al conjunto de los números reales, es el intervalo de confianza relativo a la variable considerada.

Por su parte, y siguiendo a los mismos autores, un número borroso está formado por una secuencia finita o infinita de intervalos de confianza con las siguientes propiedades:

- a) se afecta a cada intervalo de confianza un valor  $\alpha \in [0,1]$ , de tal manera que dos intervalos de confianza diferentes no pueden tener el mismo valor  $\alpha$ , al que se lo denomina “nivel de presunción” o “nivel de confianza”;
- b) los intervalos de confianza deben encajarse los unos con los otros, esto es, para cada intervalo de confianza de nivel  $\alpha$ , representado por  $A\alpha = [a_1(\alpha); a_2(\alpha)]$ , se debe cumplir  $(\alpha' < \alpha) \Rightarrow (A\alpha \supset A\alpha')$ ;
- c) existe un intervalo y sólo uno que puede reducirse a un real único.

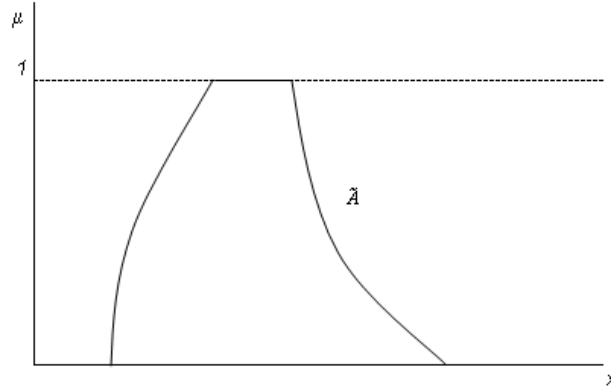
Como consecuencia de estas definiciones, un número borroso es un subconjunto borroso que cumple con las condiciones de ser normal y convexo.

Las formas de presentar a los números borrosos, según (KAUFMANN y GIL ALUJA, 1987) y (LAZZARI, MACHADO y PÉREZ, 1998), entre otros, son:

- a) asignarle a cada nivel  $\alpha$  un intervalo de confianza, es decir,  $\forall \alpha \in [0,1]$  será  $A\alpha = [a_1(\alpha); a_2(\alpha)]$

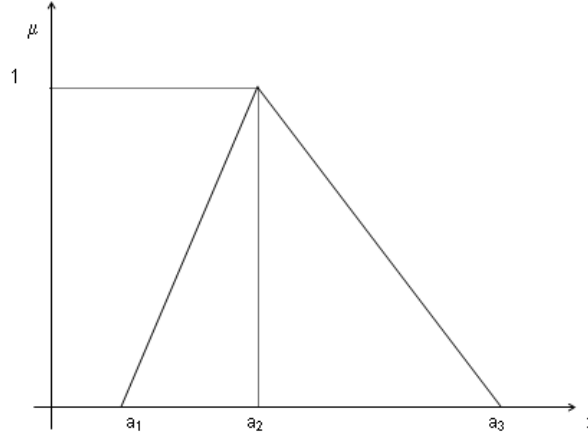
b) designar mediante  $\mu(x)$  una función que representa los niveles del número borroso para cada valor de  $x \in \mathfrak{X}$

Una representación gráfica de un número borroso puede verse en la Figura A.2.a.



*Figura A.2.a. Número borroso*

Los números borrosos más utilizados son los triangulares (NBT), que son, siguiendo a (LAZZARI, MACHADO y PÉREZ, 1998), los números borrosos reales continuos tales que su función de pertenencia determina con el eje horizontal un triángulo. Su función de pertenencia es lineal a izquierda y derecha y se grafica como se muestra en la Figura A.2.b.



*Figura A.2.b. Número Borroso Triangular*

De esta manera, la función de pertenencia es:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & \text{si } a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{-x + a_3}{a_3 - a_2} & \text{si } a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & \text{si } x > a_3 \end{cases}$$

Por ejemplo, si se consulta a un experto acerca del valor que estima tendrá el tipo de cambio €/US\$ al 31/12/13, por ejemplo, una respuesta podría ser: “se encontrará entre 1,20 ( $a_1$ ) y 1,80 ( $a_3$ ), pero el valor al que más confianza puede asignársele será 1,60 ( $a_2$ )”.

A partir de estos datos se construye el NBT suponiendo una confianza creciente en forma lineal para los valores ubicados entre el mínimo y el más confiable y decreciente linealmente para los ubicados entre el más confiable y el máximo.

Para definir las operaciones aritméticas con números borrosos, seguiremos el método de los intervalos de confianza o  $\alpha$ -cortes.

Así, para la adición de dos NBTs  $\tilde{A}$  y  $\tilde{B}$  cuyos intervalos de confianza son  $A_\alpha=[a_1(\alpha);a_2(\alpha)]$  y  $B_\alpha=[b_1(\alpha);b_2(\alpha)]$ , la suma de ambos dará por resultado  $A_\alpha(+ )B_\alpha=[a_1(\alpha)+b_1(\alpha); a_2(\alpha)+b_2(\alpha)]$ .

Si lo que deseamos es restar NBTs, procederemos de la siguiente manera:  $A_\alpha(-)B_\alpha = [a_1(\alpha)-b_2(\alpha); a_2(\alpha)-b_1(\alpha)]$ . Es dable destacar que cuando hay una relación entre los sustraendos que quita sentido a la resta cruzada, que es la que indicamos recién, debe aplicarse la resta de Minkowski. En efecto, supóngase que estamos analizando el margen de utilidad proyectado a partir de un sistema de costeo variable, mediante la resta entre los ingresos y los costos variables. Evidentemente, en esta situación, carece de sentido restarle a los ingresos más altos proyectados, los costos variables más bajos estimados, porque ambos están relacionados a la cantidad de uno o de otro escenario. En este caso, entonces, debe aplicarse la resta de Minkowski, y el resultado será:  $A_\alpha(-)B_\alpha = [a_1(\alpha)-b_1(\alpha); a_2(\alpha)-b_2(\alpha)]$ . Este mismo concepto puede aplicarse al resto de las operaciones.

Para la multiplicación deben considerarse los mínimos y los máximos de los intervalos de confianza, de forma que el resultado será:  $A_\alpha (.) B_\alpha = [\min(a_1(\alpha).b_1(\alpha), a_1(\alpha).b_2(\alpha), a_2(\alpha).b_1(\alpha), a_2(\alpha).b_2(\alpha)) ; \max(a_1(\alpha).b_1(\alpha), a_1(\alpha).b_2(\alpha), a_2(\alpha).b_1(\alpha), a_2(\alpha).b_2(\alpha))]$ .

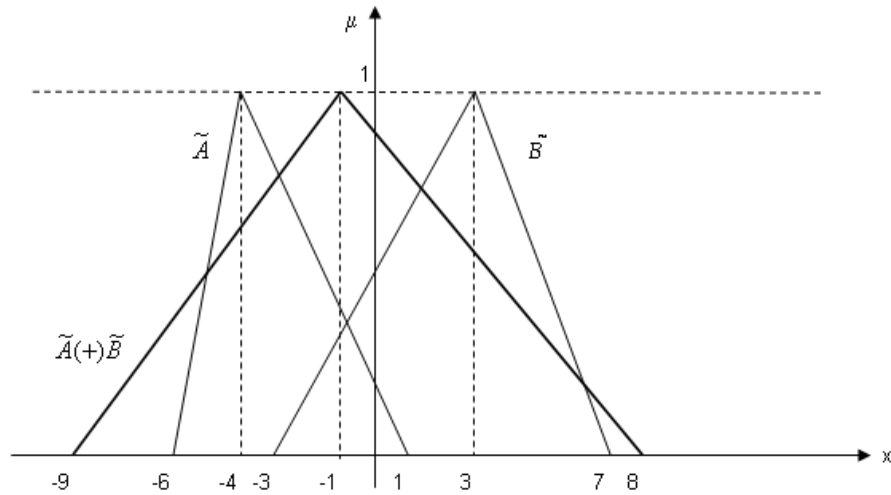
En forma análoga, para la división tendremos que:  $A_\alpha (: ) B_\alpha = [\min(a_1(\alpha):b_1(\alpha), a_1(\alpha):b_2(\alpha), a_2(\alpha):b_1(\alpha), a_2(\alpha):b_2(\alpha)) ; \max(a_1(\alpha):b_1(\alpha), a_1(\alpha):b_2(\alpha), a_2(\alpha):b_1(\alpha), a_2(\alpha):b_2(\alpha))]$ .

Consideramos pertinente aclarar que el resultado de una multiplicación o división entre dos NBTs no siempre da por resultado otro NBT, pero debido a la facilidad de cálculo y a la diferencia poco significativa que resulta de efectuar la simplificación de suponer que sí se obtiene un NBT, generalmente se aplica.

Así, puede obtenerse el resultado de las operaciones descriptas sólo realizando los cálculos para los valores extremos de  $\alpha$ , 0 y 1. Así, la suma de dos NBTs dará por resultado la suma de los valores característicos de los sumandos, esto es,  $\tilde{A} (+) \tilde{B} = \tilde{C}$ , es decir,  $[a_1; a_2; a_3] (+) [b_1; b_2; b_3] = [a_1+b_1; a_2+b_2; a_3+b_3] = [c_1; c_2; c_3]$ . Para el resto de las operaciones se aplican los procedimientos definidos anteriormente.

Para una mayor comprensión procederemos a graficar dos NBTs y la suma de ambos en la Figura A.2.c.

La forma en que se graficarían las demás operaciones es similar a la indicada en la Figura A.2.c., por lo que obviaremos su representación gráfica.



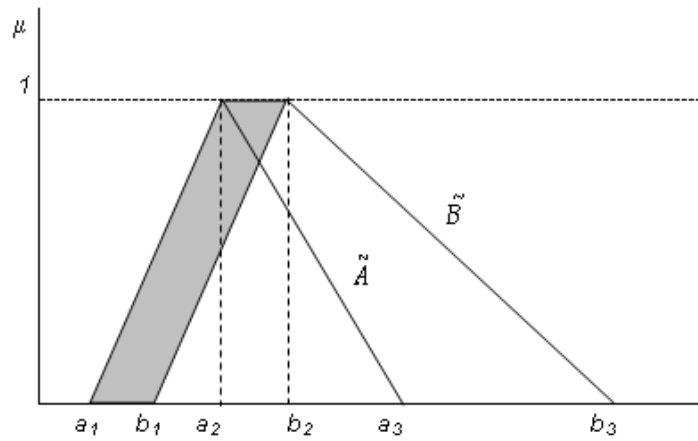
*Figura A.2.3. Suma de NBTs.*

### A.3. Distancia entre dos números borrosos

Disponiendo de dos números borrosos,  $A\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$  y  $B\alpha = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)]$ , la distancia a la izquierda entre ambos se resuelve mediante la siguiente integral:

$$d_1(\tilde{A}, \tilde{B}) = \int_{\alpha=0}^1 |a_1(\alpha) - b_1(\alpha)| d\alpha$$

Gráficamente, la distancia a la izquierda entre dos números borrosos es la región sombreada de la Figura A.3.a.

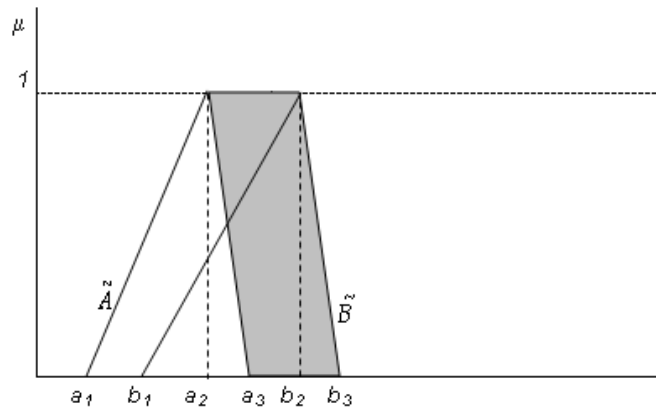


*Figura A.3.a. Distancia a la izquierda de dos NBTs*

Asimismo, puede obtenerse la distancia a la derecha de dos números borrosos aplicando la siguiente fórmula:

$$d_D(\tilde{A}, \tilde{B}) = \int_{\alpha=0}^1 |a_2(\alpha) - b_2(\alpha)| d\alpha$$

Y gráficamente, es la región sombreada en la Figura A3.b.



*Figura A.3.b. Distancia a la derecha de dos NBTs*

La distancia total entre dos NBTs será la suma de la distancia a la izquierda y a la derecha, y puede calcularse de la siguiente manera:

- a) si no existe intersección de las rectas a la izquierda, la distancia izquierda entre los

NBTs será: 
$$d_I(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{|a_1 - b_1| + |a_2 - b_2|}{2}$$

b) si existe intersección de las rectas a la izquierda, la distancia izquierda entre los

$$\text{NBTs será: } d_I(\underset{\sim}{A}, \underset{\sim}{B}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2}{|a_1 - b_1| + |a_2 - b_2|}$$

c) si no existe intersección entre las rectas a la derecha, la distancia derecha entre los

$$\text{NBTs será: } d_D(\underset{\sim}{A}, \underset{\sim}{B}) = \frac{|a_2 - b_2| + |a_3 - b_3|}{2}$$

d) si existe intersección entre las rectas a la derecha, la distancia derecha entre los NBTs

$$\text{será: } d_D(\underset{\sim}{A}, \underset{\sim}{B}) = \frac{1}{2} \cdot \frac{(a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2}{|a_2 - b_2| + |a_3 - b_3|}$$

En base a las distancias mencionadas, diferentes autores han propuesto variadas medidas de borrosidad de los números borrosos, esto es, cuán difusos son los conjuntos o los números. A este grado de borrosidad también se lo conoce como “entropía no probabilística”.<sup>19</sup>

#### **A.4. Agregación de opiniones de expertos**

Lo hasta aquí expuesto se trata de conceptos u operaciones de subconjuntos borrosos o números borrosos. Sin embargo, nada hemos expuesto aún acerca de la construcción de dichos números borrosos.

Como ellos deben abarcar todo el espectro de posibilidades acerca del comportamiento de una variable, asignando niveles de confianza que van desde 0 hasta 1, su construcción debe realizarla un experto en la materia de la cual se trate. Así, un número borroso no es más que la cuantificación y representación numérica de la opinión de un experto acerca del comportamiento de la variable *sub examine*.

Sin embargo, lo usual es que la opinión de un único experto resulte insuficiente o poco conveniente al momento de realizar una investigación seria. Surge aquí el problema de la agregación de las opiniones de los expertos. Veremos a continuación algunas alternativas usuales.

---

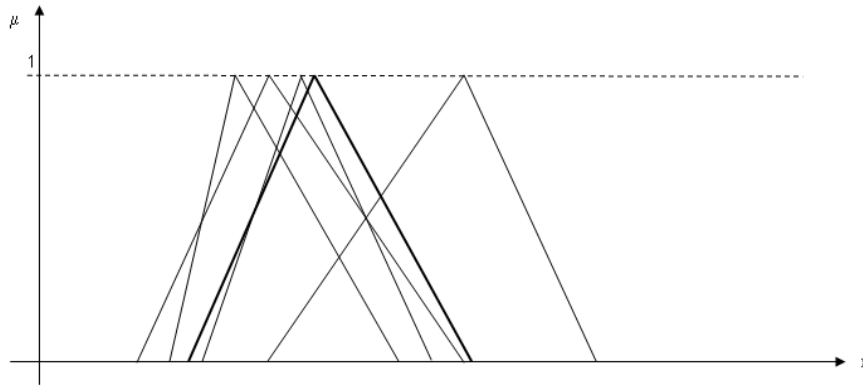
<sup>19</sup> El lector interesado en las diferentes medidas propuestas, puede consultar (ZIMMERMANN, 1991).



#### A.4.1. Media aritmética

Es la primera y más sencilla alternativa de agregación de opiniones, y trata simplemente de obtener la media aritmética de las opiniones vertidas por los diferentes expertos consultados.

Si las opiniones de cada experto se reflejan en un NBT, el NBT medio se obtendrá de calcular las medias aritméticas de los valores característicos de los NBTs propuestos. Así, si se consulta a cuatro expertos, la opinión de cada uno de ellos y el NBT medio resultante se muestra en la Figura A.4.1.a., donde el NBT con trazo más grueso representa al NBT medio.



*Figura A.4.1.a. Media aritmética de NBTs*

#### A.4.2. Media aritmética ponderada

Una alternativa para el caso anterior, sería ponderar las opiniones de los expertos, asignándole un peso relativo a cada una.

Así, si denominamos con  $\omega_i$  a la ponderación otorgada a la opinión del experto  $i$ , siendo  $0 \leq \omega_i \leq 1$ , podremos calcular el mínimo del NBT medio de la siguiente manera:

$$a_{1M} = a_{1.1} \frac{\omega_1}{\sum_i \omega_i} + a_{1.2} \frac{\omega_2}{\sum_i \omega_i} + a_{1.3} \frac{\omega_3}{\sum_i \omega_i} + \dots + a_{1.n} \frac{\omega_n}{\sum_i \omega_i}$$

Análogamente se procederá para calcular el valor central del NBT medio ( $a_{2M}$ ) y el valor superior del mismo ( $a_{3M}$ ).

#### **A.4.3. Método Fuzzy Delphi**

El método Delphi consiste en pedir la opinión anónima a distintos expertos sobre algún hecho o situación incierta. Las opiniones se procesan, calculándose una mediana y recorrido intercuartílico, y se reformula la pregunta a cada experto, informando las medidas de la primera ronda de respuestas, para que cada experto reformule, si lo desea, su opinión.

Supóngase que se pretende utilizar esta forma de agregación de opiniones para la valuación del capital humano, y se pide la opinión de diferentes expertos sobre el tema, que pueden ser tanto internos como externos a la empresa<sup>20</sup>.

La forma en que tales expertos arriben a sus resultados es, repetimos, irrelevante. Sólo debería preguntarse entre qué montos mínimo y máximo cree que se encuentra el valor de la clientela de la empresa, considerando su fidelidad, y, adicionalmente, pedirle que indique un monto, dentro del intervalo propuesto, que considere como más representativo de dicho valor.

A partir de las opiniones puede trazarse el número borroso medio, cuyos valores característicos son el promedio de los valores característicos de los NBTs considerados.

Informando cuál fue el NBT medio y la distancia al mismo a cada experto, pueden efectuarse sucesivas rondas para que cada uno revea su opinión. Si luego de algunas rondas hay opiniones que siguen quedando alejadas del NBT medio, conviene analizar las causas.

#### **A.4.4. Expertones**

El objetivo del expertón, desarrollado por los profesores Kaufmann y Gil Aluja, es precisamente considerar las distintas valuaciones otorgadas por los expertos.

El proceso consiste en calcular las frecuencias relativas de los límites inferiores y superiores de las valuaciones, para luego construir el expertón a través de la acumulación complementaria de los extremos.

---

<sup>20</sup> Para ver otras aplicaciones así como un caso de aplicación de mayor complejidad, puede consultarse (GIL LAFUENTE, 1990) o (KAUFMANN y GIL ALUJA, 1986).

Supongamos, para complementar los conceptos vertidos, que se solicita la opinión de 10 expertos sobre el valor que puede tomar una variable, debiendo responder cada uno de ellos con un intervalo de confianza, siendo las respuestas las siguientes:

Experto 1:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,4; 0,8]$

Experto 6:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,5; 0,7]$

Experto 2:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,3; 0,5]$

Experto 7:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,5; 0,8]$

Experto 3:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,6; 0,9]$

Experto 8:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,7; 1,0]$

Experto 4:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,7; 0,9]$

Experto 9:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,5; 0,8]$

Experto 5:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,9; 1,0]$

Experto 10:  $\mu_{\tilde{A}} = [0,6; 0,8]$

De esta manera las frecuencias absolutas y relativas para cada límite inferior y superior serán las siguientes:

Valor	Frecuencia absoluta		Frecuencia Relativa		Expertón	
	Lím.Inf.	Lím.Sup.	Lím.Inf.	Lím.Sup.	Lím.Inf.	Lím.Sup.
0	0	0	0	0	1	1
0,1	0	0	0	0	1	1
0,2	0	0	0	0	1	1
0,3	1	0	0,1	0	1	1
0,4	1	0	0,1	0	0,9	1
0,5	3	1	0,3	0,1	0,8	1
0,6	2	0	0,2	0	0,5	0,9
0,7	2	1	0,2	0,1	0,3	0,9
0,8	0	4	0	0,4	0,1	0,8
0,9	1	2	0,1	0,2	0,1	0,4
1	0	2	0	0,2	0	0,2

## A.5. Funciones de pertenencia y variables lingüísticas

Ya hemos desarrollado en acápite anteriores los conceptos de borrosidad, subconjuntos borrosos y números borrosos. Utilizaremos parte de esos conceptos para describir a los Sistemas de Inferencia Borrosos, también denominados FIS, por sus siglas en inglés (Fuzzy Inference Systems).

Hemos explicado oportunamente que un elemento puede pertenecer a un conjunto en un grado determinado, apartándonos de la dicotomía pertenece – no pertenece. Para adecuar

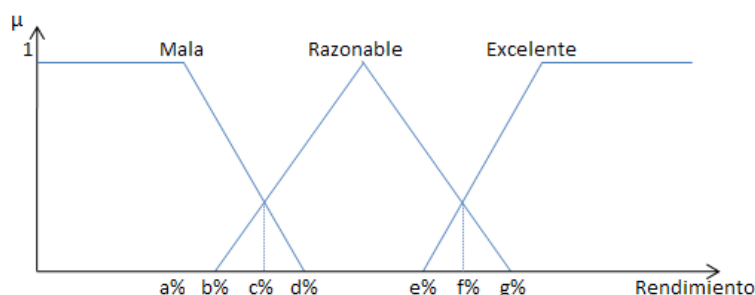
las herramientas de la lógica borrosa a la realidad que intentan modelizar, suelen utilizarse etiquetas lingüísticas, esto es asignar nombres a los conjuntos borrosos relacionados con el lenguaje coloquial, para luego indicar en una situación dada el grado de pertenencia a dicho conjunto.

Por ejemplo, si se puede categorizar a una inversión como “Mala”, “Razonable” o “Excelente”, podemos decir que sin dudas sería “Mala” si se logra un rendimiento menor al  $a\%$ , y que definitivamente no sería “Mala” si el rendimiento fuera superior al  $d\%$ , por lo que el grado de pertenencia de una inversión con rendimiento entre  $a\%$  y  $d\%$  al conjunto “Malas inversiones” disminuiría linealmente.

Análogamente, una inversión con rendimiento superior al  $g\%$  sería indudablemente “Excelente”, no pudiéndose categorizársela de esa manera si el rendimiento no alcanza al  $e\%$ . Para rendimientos intermedios entre el  $e\%$  y el  $g\%$ , el grado de pertenencia de la inversión al conjunto “Inversiones Excelentes” crecería linealmente.

Por su parte, las inversiones entre con rendimiento entre  $b\%$  y  $g\%$  serían razonables.

En la Figura A.5.a. puede representarse lo anteriormente descrito.



*Figura A.5.a. Etiquetas lingüísticas*

Puede verse en la misma figura que una inversión con rendimiento de  $c\%$  es tan mala como razonable, al igual que una inversión con rendimiento de  $f\%$  es tan razonable como excelente. Como puede observarse, en este ejemplo pueden superponerse las etiquetas lingüísticas de manera que un elemento puede pertenecer en parte a más de un conjunto, lo que se adecua con la realidad.

Evidentemente, la Figura A.5.a. utiliza funciones de pertenencia lineales, las cuales podrían ser triangulares o trapezoidales, tal como analizamos en capítulos anteriores, pero

también podrían ser gaussianas (acampanadas), sigmoidales o polimoidales, de acuerdo a la complejidad del fenómeno estudiado y a la exactitud con que se pretenda describirla en el modelo borroso a utilizar.

Cabe hacer en este punto la aclaración de que normalmente se obtienen resultados satisfactorios con las funciones de pertenencia lineales, al igual que con los números borrosos triangulares, y es esta la razón por la que se utilizan mayormente, siendo más sencillos los cálculos.

#### A.6. Inferencias borrosas y reglas SI – ENTONCES

Otro de los conceptos que debemos recordar es el de las inferencias a partir de las tablas de verdad.

Recordemos que en una Conjunción, el resultado es Verdadero sólo si ambos antecedentes son verdaderos, en una Disyunción, el resultado es Falso sólo si ambos antecedentes son falsos, y en una Negación el resultado es el contrario del antecedente, como puede resumirse en la Figura A.6.a.

Conjunción		
A	B	$A \wedge B$
F	F	F
F	V	F
V	F	F
V	V	V

Disyunción		
A	B	$A \vee B$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

Negación	
A	$\neg A$
F	V
V	F

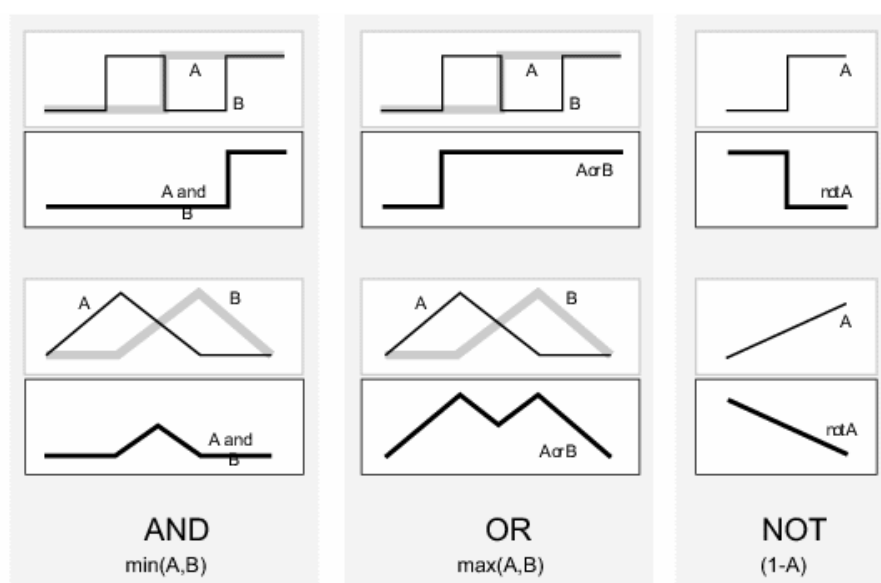
*Figura A.6.a. Tablas de verdad*

Ahora bien, nótese que la Conjunción, también denominada como “AyB” o “A and B”, también podría denominarse “ $\min(A,B)$ ”. Esto es, si asignamos un “0” cuando corresponde un “Falso” y un “1” cuando corresponde un “Verdadero”, los resultados de la “Conjunción” son los menores de los consecuentes.

Análogamente, la Disyunción, o “AoB”, o “A or B”, puede plantearse como “ $\max(A,B)$ ” y la Negación como “ $1-A$ ”.

Esta transformación cobra importancia a partir de la introducción de la lógica borrosa, por cuanto un antecedente puede ser Verdadero sólo en un grado determinado, desde el momento en que en lógica borrosa la verdad de cualquier sentencia es un problema de grado.

En la Figura A.6.b. pueden observarse las representaciones gráficas de la lógica binaria o booleana en la parte superior, y las representaciones de las inferencias borrosas en la parte inferior.



*Figura A.6.b. Inferencias borrosas*

Evidentemente hay muchas otras inferencias, las que, a su vez, pueden combinarse a través de diferentes operaciones, surgiendo, por ejemplo, las T-normas, que se obtienen a partir de la multiplicación de las funciones de pertenencia de los conjuntos borrosos intervinientes, o las T-conormas, que surgen de la suma de dichas funciones.

Las inferencias borrosas descritas son las que luego se utilizarán en los sistemas de inferencia difusa a través de las reglas SI – ENTONCES, o IF – THEN, las que poseen la siguiente estructura básica: “Si x es A, entonces y es B”. En esta sentencia, A y B son etiquetas lingüísticas definidas por subconjuntos borrosos, y la primera parte de la oración es el antecedente y la segunda el consecuente.

Así, por ejemplo, tenemos la oración:

“Si los impuestos son altos, la evasión es moderada”

ANTECEDENTE

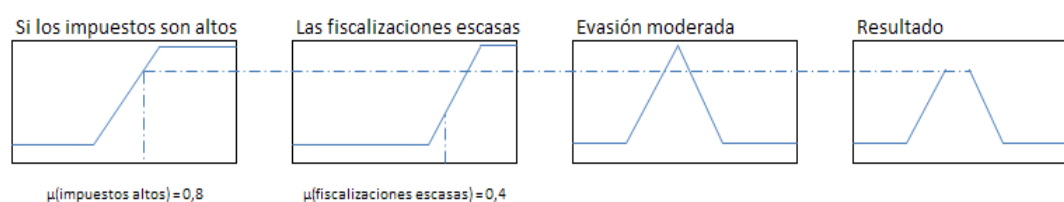
CONSECUENTE

Las etiquetas “altos” y “moderada” se corresponden con subconjuntos borrosos con niveles de pertenencia entre 0 y 1.

En este ejemplo tenemos un solo antecedente y un único consecuente, pero puede haber, por ejemplo, dos antecedentes y un consecuente, como en la siguiente oración: “Si los impuestos son altos o las fiscalizaciones son escasas, la evasión es moderada”.

La forma en que el consecuente es afectado por el/los antecedente/s debe ser definida con anterioridad, pero lo usual es que se utilicen los operadores min y max antes mencionados, es decir, las conjunciones y disyunciones.

Por ejemplo, en la Figura A.6.c. vemos el caso de los dos antecedentes antes descriptos, con el consecuente que le corresponde. La función de pertenencia de los antecedentes es tal que para una presión tributaria menor a un determinado valor, no se puede considerar que haya impuestos altos, y para una presión tributaria superior a un máximo, sin dudas los impuestos serían altos, entre ambos valores habría un grado de pertenencia a la etiqueta “Impuestos altos” creciente en forma lineal. Lo mismo sucede para el otro antecedente. Para el consecuente, en cambio, tendremos un valor mínimo y un máximo para que la evasión sea considerada “moderada”.



*Figura A.6.c. Sistema de inferencia borroso con una regla*

En la Figura A.6.c. suponemos que la presión tributaria es tal que puede considerarse que el grado de pertenencia a la etiqueta “Impuestos altos” es de 0,8. Por su parte, la frecuencia de fiscalizaciones es tal que puede decirse que pertenece a la etiqueta “Fiscalizaciones escasas” en 0,4. Considerando el operador “o”, o “max”, se escoge el mayor

de los niveles de pertenencia, esto es, 0,8, y ese nivel es el que determina cómo truncar la función de pertenencia del resultado, esto es, el grado de pertenencia a “Evasión moderada”.

### **A.7. Sistema de Inferencia Borroso Mamdani**

Los dos principales sistemas de inferencia borrosos son Mamdani y Sugeno, diferenciándose ambos básicamente en la forma de arribar a los resultados, tal como veremos a continuación, pero compartiendo la metodología en los primeros pasos.

En el tipo Mamdani la función de pertenencia del resultado es un conjunto borroso que necesita defuzzificación para su mejor interpretación, mientras que en el tipo Sugeno la función resultado es lineal o constante.

Los pasos que deben seguirse para desarrollar un sistema de inferencia borroso tipo Mamdani son los que siguen.

1) Fuzzificar los Inputs, esto es, aplicar borrosidad a las variables de entrada del sistema. En nuestro ejemplo de la morosidad tributaria, el considerar que la presión tributaria era tal que se determinaba un grado de pertenencia de 0,8 a la etiqueta “Impuestos altos”, era fuzzificar ese input. Lo mismo se hizo con el otro antecedente relativo a las fiscalizaciones.

2) Aplicar el operador borroso. En este segundo paso se determina la forma en que se relacionan los antecedentes. En nuestro ejemplo aplicamos el operador “max”, porque la evasión sería moderada tanto si los impuestos eran altos como si las fiscalizaciones eran escasas, con independencia uno de otro. Si, por caso, la evasión moderada dependiera de que se cumplan ambos antecedentes a la vez en una determinada medida, sería más correcto utilizar el operador “min”, ya mencionado. Otros operadores que pueden utilizarse son el “prod”, que es el producto de los antecedentes o el “o probabilístico” (probor), que se define como  $\text{probor}(a,b) = a + b - ab$ .

3) Aplicar el operador de implicación y obtener el resultado de cada regla de comportamiento. Este paso consiste en asignar un peso relativo a cada una de las reglas de comportamiento. El ejemplo que hemos brindado hasta ahora se basaba en una única regla de comportamiento, pero puede haber más de una. Si ese fuera el caso, cabría la posibilidad de asignar mayor importancia a una regla que a las demás a la hora de definir el resultado,



aunque normalmente se asigna igual importancia a cada una. En nuestro ejemplo, para determinar el resultado de la regla de comportamiento (que era única) utilizamos el operador “min”, por cuanto truncamos el conjunto borroso del consecuente en función del resultado de los antecedentes.

4) Agregar las conclusiones de las reglas, es decir, combinar los resultados de cada una de las reglas de forma tal de obtener un resultado único. En el tutorial de Matlab, se da el ejemplo de la propina a dar en un restaurante, en función del servicio y de la comida, proponiendo 3 reglas de comportamiento diferentes. El proceso indicado en los pasos uno a tres se repite para cada regla. El cuarto paso consiste en agregar los resultados de cada una de ellas, tal como se muestra en el Figura A.7.a.

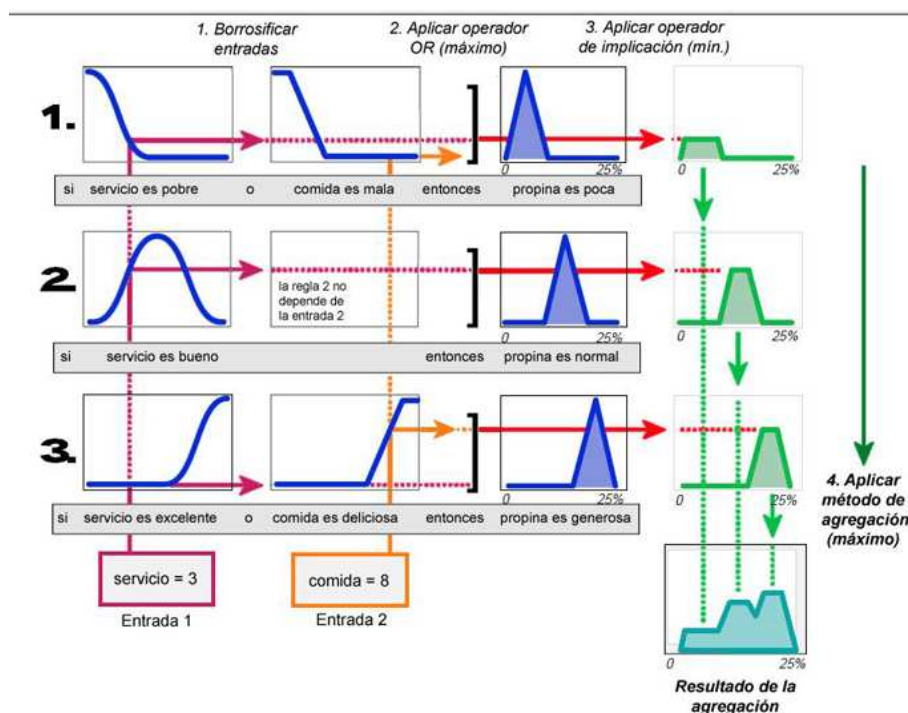


Figura A.7.a. Sistema de inferencia borroso con varias reglas

5) Defuzzificación. Como puede observarse en el gráfico anterior, el resultado de la agregación, en el tipo Mamdani, es un conjunto borroso, que debe ser defuzzificado para su interpretación. Aquí la alternativa más utilizada es el método del centroide, que utiliza la siguiente fórmula:

$$g = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)}$$

Otra forma de representar el resultado para una mejor interpretación es a través de un gráfico, lo cual es posible cuando hay hasta dos antecedentes y un consecuente, ocupando cada uno un eje x, y o z.

#### **A.8. Sistema de Inferencia Borroso Sugeno**

Como ya mencionamos anteriormente, la principal diferencia metodológica entre el tipo Mamdani y Sugeno es que en éste último el resultado se expresa en forma lineal o constante, de forma que sea una combinación lineal de los resultados de las reglas de comportamiento.

El resultado final del sistema será, en el tipo Sugeno, un promedio ponderado de los resultados de cada una de las reglas de comportamiento, por cuanto el resultado de cada regla de comportamiento ya es un valor numérico que no necesita desfuzzificación.

Sin embargo, la razón por la que se utiliza a veces el tipo Sugeno en lugar del Mamdani tiene que ver no con las diferencias metodológicas, sino con los inconvenientes que surgen en éste último y que puede salvar un tipo Sugeno. Entre esos inconvenientes encontramos que si el número de variables es elevado, la cantidad de reglas crece exponencialmente, lo cual hace difícil saber si son adecuadas y complica la interpretación respecto de la relación entre los antecedentes y consecuentes.



## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

---

- ACKLEY, Gardner (1965). *Teoría Macroeconómica*. 1º edición. México. UTEHA.
- ADSERÁ, Xavier y Pere VIÑOLAS (1997). *Principios de Valoración de Empresas*. Bilbao. Deusto.
- ALVAREZ LÓPEZ, José y Felipe BLANCO IBARRA (2000). “La gestión del conocimiento y la medida del capital intelectual en Contabilidad de dirección estratégica”, En *Situación y Tendencias de la Contabilidad de Gestión en el Ámbito Iberoamericano*. Observatorio Iberoamericano de Contabilidad de Gestión. Versión on-line: [[http://www.observatorio-iberoamericano.org/paises/Spain/Doc\\_IV\\_A.htm](http://www.observatorio-iberoamericano.org/paises/Spain/Doc_IV_A.htm)]. Fecha de consulta: 13/07/2011
- AMAT SALAS, Oriol (1999). *EVA. Valor Económico Agregado*. 1º edición. Barcelona. Norma.
- ANDRIESEN, Daniel (2004). “IC Valuation and Measurement. Classifying the state of the art”. *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 5, Nº 2, pp. 230-242.
- ARANGO SERNA, Martín D., Giovanni PÉREZ ORTEGA y Hermenegildo GIL GÓMEZ (2008). “Propuestas de modelos de gestión de capital intelectual: una revisión”. *Contaduría Universidad de Antioquía*, Nº52, pp. 105-130.
- ARGANDOÑA RAMÍZ, Antonio, Consuelo GAMEZ AMIAN y Francisco MOCHON MORCILLO (1996). *Macroeconomía Avanzada II*. 1º edición. Madrid. Mc Graw Hill.
- BAROSSÍ-FILHO, Milton, Ricardo GONÇALVES SILVA and Eliezer MARTINS DINIZ (2005). “The empirics of the Solow Growth Model: long-term evidence”. *Journal of Applied Economics*, Vol. VIII, Nº 1, pp. 31-51. May.
- BARRO, Robert J. (1996). “Determinants of Economic Growth: a cross-country empirical study”. *National Bureau of Economic Research*. Working Paper Nº 5698. August. Cambridge.
- BARRO, Robert J. and Xavier SALA-I-MARTIN (1991). “Convergence across States and Regions”. *Brooking Papers on Economic Activity*, Nº 1, pp. 107-182.
- BARRO, Robert J., N. Gregory MANKIW and Xavier SALA-I-MARTIN (1995). “Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth”. *American Economic Review*, Vol. 85, pp. 103-115.

- BECKER, Gary S. (1962). "Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis". *The Journal of Political Economy*, Vol. 70, Nº 5, Part 2, pp. 9-49.
- BECKER, Gary S. (1964). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*. New York. Columbia University Press.
- BIERMAN, Harold and Ronald E. DUKES (1975). "Accounting for research and development costs". *The Journal of Accountancy*, pp. 48-55. April.
- BONTIS, Nick (2001). "Assessing knowledge assets: a review of the models used to measure intellectual capital". *International Journal of Management Reviews*, Vol. 3, Issue1, pp. 41-60.
- BLANCHARD, Olivier y Daniel PÉREZ ENRRI (2000). *Macroeconomía*. 1ª edición. Buenos Aires. Prentice Hall.
- BRUMMET, R.L., E.G. FLAMHOLTZ and W.C. PYLE (1968). "Human Resource Measurement – A Challenge for Accountants". *The Accounting Review*, XLIII, pp. 217-230.
- BREWER, P., C. GATION and A. REEVE (1993). "Managing Uncertainty". *Management Accounting*, Vol 75, Nº 4, pp. 39-45.
- BRIOZZO, Anahí, Gabriela PESCE y Fernanda VILLARREAL (2011). "Evaluación de proyectos con herramientas borrosas. Análisis de casos". *Cuadernos del CIMBAGE*, Nº13, pp. 25-53.
- BRUNER, Robert, Kenneth EADES, Robert HARRIS y Robert HIGGINS (1998). "Las mejores prácticas en la estimación del costo de capital". *Cuadernos de Finanzas 43*. Documentos de Trabajo de la Sociedad Argentina de Docentes en Administración Financiera.
- BRY, X. and J.F. CASTA (1995). "Measurement, imprecision and uncertainty in financial accounting: can double entry be understood with fuzzy numbers?". *Fuzzy Economic Review*, Nº0, pp. 43-70.
- CHAN, Y. and Y. YUAN (1990). "Dealing with Fuzziness in Cost-Volume-Profit Analysis". *Accounting and Business Research*, Vol. 78, pp. 83-95.
- COMUNALE, Christie, L., Rebecca L. ROSNER and Thomas R. SEXTON (2010). "The Auditor's Assessment of Fraud Risk: A Fuzzy Logic Approach". *Journal of Forensic & Investigative Accounting*, Vol. 2, Issue 3, Special Issue, pp 95-140.

- COMUNALE, Christie, L. and Thomas R. SEXTON (2005). "A fuzzy logic approach to assessing materiality". *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, Vol 2, pp.1-15.
- CONESA, Eduardo R. (2002). *Macroeconomía y Política Macroeconómica*. 1º edición. Buenos Aires. Macchi.
- COOLEY, J.W. and J.O. HICKS Jr. (1983). "A fuzzy set approach to aggregating internal control judgements". *Management Science*, Vol. 29, Nº 3, pp. 317-334.
- COUTURIER, A. and B. FIOLEAU (1996). "Expertons and management decision-making. Criteria interdependence and implications valuation". *Fuzzy Economic Review*, Vol. I, pp. 31-46.
- DABÚS, Carlos y Yanina LAUMANN (2006). "Determinantes del crecimiento: Evidencia comparada de países con diferente nivel de desarrollo". *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 24-1, pp. 165-180.
- DAVIS, William L., Bob FIGGINS, David HEDENGREN and Daniel B. KLEIN (2011). "Economics Professors' Favorite Economic Thinkers, Journals, and Blogs (along with Party and Policy Views)". *Econ Journal Watch*, Vol. 8, Nº 2, pp. 126-146.
- DE ANDRÉS SÁNCHEZ, Jorge (2011). "Triangular approximation for fuzzy discounted cash flows based on financial indicators". *Journal of Computer and Information Technology*, Vol. 1, Nº1, pp. 2-10.
- DE GREGORIO, José (2007). *Macroeconomía. Teoría y Políticas*. 1º edición. México. Pearson.
- DE KORVIN, A., P. SIEGEL and S. AGRAWAL (1995). "An Application of Fuzzy Sets to Cost Allocation". *Studies in Managerial and Financial Accounting*, Vol. 3, pp. 55-71.
- DESHMUKH, A, and F. ROMINE (1996). "Assessing the risk of management fraud using red flags: a fuzzy number based spreadsheet approach". *Journal of Accounting and Computers*, Nº 12, Spring, pp. 1-11.
- DESHMUKH, A, F. ROMINE and P. SIEGEL (1997). "Measurement and combination of red flags to assess the risk of management fraud: a fuzzy set approach". *Managerial Finance*, Vol. 23, Nº 6, pp. 35-48.
- DESHMUKH, A. and L. TALLURU (1998). "A rule-based fuzzy reasoning system for assessing the risk of management fraud". *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance, and Management*, Vol. 7, pp. 223-241.

- DOMAR, Evsey D. (1947). "Expansión y empleo", *The American Economic Review*, Vol. 37, pp. 34-55, en ROJO DUQUE, Luis A. (1966). *Lecturas sobre la Teoría Económica del Desarrollo*. Madrid. Gredos.
- ENGELBRECHT, Hans-Jürgen (2001). "The role of human capital in economic growth: some empirical evidence on the 'Lucas vs. Nelson-Phelps' controversy". Econometric Society, Australasian Meeting. Auckland.
- ESPERT, José Luis (1987). "Una verificación empírica del modelo de Harrod-Domar en Argentina: 1914-1984". Trabajo preparado para el Master en Estadística del Instituto de Investigaciones Estadísticas de la Universidad Nacional de Tucumán y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- FAIRCLOTH, A. and D. RICCHIUTE (1981). "Ambiguity intolerance and financial reporting alternative". *Accounting, organizations and society*, N°6, pp. 53-67.
- FEDERACIÓN ARGENTINA DE GRADUADOS EN CIENCIAS ECONÓMICAS – INSTITUTO TÉCNICO DE CONTADORES PÚBLICOS (2004). "Activos Intangibles". *Anales del 15º Congreso Nacional de Profesionales en Ciencias Económicas*. Salta.
- FEROZ, E. and T.M. KWON (1996). "Self-organizing fuzzy and MLP approaches to detecting fraudulent financial reporting". *Computational Intelligence for Financial Engineering*, Proceeding of the IEEE/IAFE 1996 Conference, pp. 24-26.
- FISHER, Irving (1930). *The Theory of Interest. As determined by impatience to spend income and opportunity to invest it*. Versión on line: [www.econlib.org](http://www.econlib.org). Fecha de consulta: 26 de julio de 2011.
- FLEISCHHAUER, Kai-Joseph (2007). "A Review of Human Capital Theory: Microeconomics". Discussion Paper N° 2007-01. Department of Economics. University of St. Gallen. Switzerland.
- FOWLER NEWTON, Enrique (1995). *Contabilidad Superior. Tomo II*. Buenos Aires. Macchi.
- FOWLER NEWTON, Enrique (2005). *Cuestiones Contables Fundamentales*. 4º edición. Buenos Aires. La Ley.
- FRIEDLOB, G. and L. SCHLEIFER (1999). "Fuzzy logic: application of audit risk and uncertainty". *Managerial Auditing Journal*, Vol 14, N° 3, pp. 127-135.
- GARCÍA PARRA, M, P. SIMO y J.M. SALLAN (2006). "La evolución del capital intelectual y las nuevas corrientes". *Intangible Capital*. N° 13, Vol. 2, Jul-Sep, pp. 277-307.

- GIL LAFUENTE, Anna María (1990). *El análisis financiero en la incertidumbre*. Barcelona. Ariel.
- GIL LAFUENTE, Anna María (1996). "Determination of the possible strategies for the reduction of the indebttness of the company". *Fuzzy Economic Review*, N°1, Vol. I, pp. 59-82.
- GIL LAFUENTE, Jaime (1997). *Marketing para el nuevo milenio*. Madrid. Pirámide.
- GONZÁLEZ MILLÁN, José J. y Miryam T. RODRÍGUEZ DÍAZ (2010). "Modelos de capital intelectual y sus indicadores en la universidad pública". *Cuadernos de Administración*, N° 43, enero-junio, pp. 113-128.
- GONZÁLEZ SANTOYO, Federico, Beatriz FLORES ROMERO, Mauricio CHAGOLLA FARÍAS and Juan J. FLORES (2004). "Uncertainty theory applied to optimal selection of personnel in an Enterprise". *Fuzzy Economic Review*, N°2, Vol. IX, pp. 75-92.
- GOODE, R.B. (1959). "Adding to the stock of physical and human capital". *The American Economic Review*, Vol. 19, N°2, pp.147-155.
- HARROD, Roy F. (1939). "Un ensayo de teoría dinámica", *The Economic Journal*, Vol. 49, N°193, pp.14-33, en ROJO DUQUE, Luis A. (1966). *Lecturas sobre la Teoría Económica del Desarrollo*. Madrid. Gredos.
- KAUFMANN, Arnold y Jaume GIL ALUJA (1986). *Introducción de la Teoría de los Subconjuntos Borrosos a la Gestión de las Empresas*. Santiago de Compostela. Milladoiro.
- KAUFMANN, Arnold y Jaume GIL ALUJA (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. Barcelona. Hispano Europea.
- KELLY, L. (1984). "Formulation of accountant's materiality decision through fuzzy sets theory". *TIMS/Studies in Management Sciences*, N° 22, pp. 489-494.
- KRUGMAN, Paul (1996). "Los ciclos en las ideas dominantes con relación al desarrollo económico". *Desarrollo Económico – Revista de Ciencias Sociales*, Vol. 36, N ° 143, octubre – diciembre, pp. 715-731.
- KOSKO, Bart (1995). *Pensamiento borroso*. Barcelona. Crítica.
- LAWRENCE, C. and A. BUTLER (1995). "Legacy Costing, Fuzzy Systems Theory, and Environmentally Conscius Manufacturing". *Advances in Management Accounting*, Vol. 4, pp. 103-126.



- LAZZARI, Luisa L. and María José FERNANDEZ (2006) "Evaluation of iris ratios using  $\alpha$ -cuts". *Fuzzy Economic Review*, Vol XI, Nº2, pp. 33-49.
- LAZZARI, Luisa L., Emilio A.M. MACHADO y Rodolfo H. PÉREZ (1998). *Teoría de la Decisión Fuzzy*. Buenos Aires. Macchi.
- LAZZATI, Santiago C. (1974). *El objetivo de los estados contables*. Buenos Aires. Macchi.
- LENARD, M., P. ALAM, D. BOOTH and G. MADEY (2001). "Decision-making capabilities of a hybrid system applied to the auditor's going-concern assessment". *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance, and Management*, Vol. 10, Nº1, pp. 1-24.
- LEV, Baruch (2005). "Intangible Assets: Concepts and measurements". *Encyclopedia of Social Measurement*, Elsevier Inc., Vol. 2, pp. 299-305.
- LEV, Baruch and Aba SCHWARTZ (1971). "On the Use of the Economic Concept of Human Capital In Financial Statements". *The Accounting Review*, Nº 46, pp. 103-112.
- LIN, J.W., M.I. HWANG and J.D. BECKER (2003). "A fuzzy neural network for assessing the risk of fraudulent financial reporting". *Managerial Auditing Journal*, Vol. 18, Nº 8, pp. 657-665.
- LÓPEZ HERRERA, A.G., M.J. COBO, E. HERRERA VIEDMA, F. HERRERA, R.BAILÓN MORENO and E. JIMENEZ CONTRERAS (2009). "Visualization and evolution of the scientific structure of fuzzy sets research in Spain". *Information Research*, 14(4) paper 421. [Available at <http://InformationR.net/ir/14-4/paper421.html>].
- LORENZANA, T., N. MÁRQUEZ y S. SARDÁ (1996). "An approach to the problem of portfolio selection". *Fuzzy Economic Review*, Nº1, Vol. I, pp. 119-134.
- LUCAS, Robert E. (1988). "On the mechanics of Economic Development". *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, pp. 3-42.
- MALLO, Paulino E., María A. ARTOLA, Marcelo J. GALANTE, Mariano MORETTINI, Mariano E. PASCUAL y Adrián R. Busetto. (2004). "Valuación de empresas con técnicas borrosas". *Anales del 15º Congreso Nacional de Profesionales en Ciencias Económicas. Área V: Administración*, pp. 39-59. Salta.
- MALLO, Paulino E., María A. ARTOLA, Mónica V. GARCÍA, Diego MARTINEZ, Fabián O. D'AMICO, Marcelo J. GALANTE y Mariano E. PASCUAL. (1999). "El Valor del Capital

- Humano". *Actas del VI Congreso de la Sociedad Internacional de Gestión y Economía Fuzzy*, pp. 141-149. Morelia, México.
- MALLO, Paulino E., María A. ARTOLA, Mónica V. GARCÍA, Diego MARTINEZ, Marcelo J. GALANTE, Mariano E. PASCUAL y Mariano MORETTINI. (2000). "El Estado de Valor Estratégico". *Actas del VII Congreso de la Sociedad Internacional de Gestión y Economía Fuzzy*, pp. 751-762. Creta, Grecia.
- MALLO, Paulino E., María A. ARTOLA, Mariano MORETTINI, Marcelo J. GALANTE, Mariano E. PASCUAL y Adrián R. Busetto. (2008). "Valuación de activos intangibles con matemática difusa y su adecuación a normas contables españolas e internacionales". *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 26-2, pp. 139-160.
- MALLO, Paulino E., María A. ARTOLA, Mariano MORETTINI, Mariano E. PASCUAL, Marcelo J. GALANTE, y Adrián R. Busetto. (2011). "Estados Contables Proyectados con Metodologías Difusas". *Escritos Contables y de Administración*, Vol. 2, Nº2, pp. 3-30.
- MALLO, Paulino E., María A. ARTOLA, Mariano E. PASCUAL, Mónica V. GARCÍA y Diego MARTINEZ. (2004). *Gestión de la incertidumbre en los negocios. Aplicaciones de la matemática borrosa*. 1ª edición. Santiago de Chile. RIL-Melusina.
- MAMDANI, E.H. (1977). "Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis". *IEEE Transactions on computers*, C26, pp. 1182-1191.
- MANKIW, N. Gregory (1997). *Macroeconomía*. 3ª edición. Barcelona. Antoni Bosch.
- MANKIW, N. Gregory, David ROMER and David D. WEIL. (1990). "A contribution to the empirics of economic growth". *National Bureau of Economic Research*. Working Paper Nº 3541. December. Cambridge.
- MAO, James C. T. (1986). *Análisis Financiero*. 4ª edición. Buenos Aires. El Ateneo.
- MEDINA HURTADO, Santiago (2006) "Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros". *Cuadernos de Administración*, Vol. 19, Nº32, julio-diciembre, pp. 195-223.
- MEDINA HURTADO, Santiago, Esteban ZULUAGA LASERNA, Daniel LÓPEZ PEDROZA y Fabián GRANDA MAZO (2010). "Aproximación a la medición del capital intelectual organizacional aplicando sistemas de lógica difusa". *Cuadernos de Administración*, Vol. 23, Nº 40, enero-junio, pp. 35-68.

- MICHALOPOULOS, Michael, Nikolaos S. THOMAIDIS, George D. DOUNIAS and Constantin ZOPOUNIDIS (2004). "Using a fuzzy sets approach to select a portfolio of Greek government bonds". *Fuzzy Economic Review*, Nº2, Vol. IX, pp. 27-48.
- MINCER, Jacob (1974). *Schooling, Experience, and Earnings*. Columbia University Press. New York.
- MINCER, Jacob (1981). "Human Capital and Economic Growth". *National Bureau of Economic Research*. Working Paper Nº 803. November. Cambridge.
- MORETTINI, Mariano (2006). "Valuación de activos intangibles en torno a los objetivos de los estados contables: una propuesta de cambio". Trabajo galardonado con el Premio Jóvenes Profesionales de la Federación Argentina de Consejos Profesionales de Ciencias Económicas – Edición 2006. Publicado en *FACES*, Año16, Nº 34-35, enero-diciembre 2010, pp. 7-38.
- MOURRE, Gilles (2005). "Wage compression and employment in Europe: first evidence from the structure of earnings survey 2002". Directorate-General for Economic and Financial Affairs. European Commission. European Economy. Economic Paper Nº232.
- NELSON, Richard R. and Edmund S. PHELPS (1966). "Investment in humans, technological diffusion, and economic growth". *The American Economic Review*, Vol. 56, No. 1/2, pp. 69-75.
- NEVADO PEÑA, Domingo y Víctor R. LÓPEZ RUIZ (2000). "¿Cómo medir el capital intelectual de una empresa?". *Partida Doble*, Nº 115, pp. 42-53.
- ORTÍ, Francesc J., José SÁEZ and Antonio TERCEÑO (2002). "On the treatment of uncertainty in portfolio selection". *Fuzzy Economic Review*, Nº2, Vol.VII, pp. 59-80.
- PACIOLI, Luca (1494). *Tractatus XI de computis et scripturis: summa de arithmetica, geometria, proportioni et proportionalita*. UADE. Buenos Aires. 1995.
- PARSONS, Donald O. (1972). "Specific Human Capital: An Application to Quit Rates and Layoff Rates". *The Journal of Political Economy*, Vol. 80, Nº 6, pp. 1120-1143.
- PASCALE, Ricarco (1999). *Decisiones Financieras*. 3ª edición. Macchi. Buenos Aires.
- PORTELA DE LIMA RODRIGUES, L.M. (2000) "A fuzzy model for accounting analysis about operating exposure to currency changes". *Fuzzy Economic Review*, Vol. V, Nº2, pp. 71-87.

- PULIDO SAN ROMÁN, Antonio (2008). “Una revisión de conjunto de la economía de los intangibles”. *Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 26-2, pp. 29-42.
- QINGRUI, Xu and Yong WANG (2001). “The new challenge for management: managing intellectual capital”. *IEMC '01 Proceedings*.
- RANGONE, A (1997). “Linking Organizational Effectiveness, Key Success Factors and Performance Measures: An Analytic Framework”. *Management Accounting Research*, Vol. 8, Nº2, pp. 207-219.
- REIG MULLOR, Javier, Manuel E. SANSALVADOR SELLES y José A. TRIGUEROS PINA (2000). “Lógica borrosa y su aplicación a la Contabilidad”. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, Vol. XXIX, Nº103, enero-marzo, pp. 83-106.
- REIG MULLOR, Javier y José F. GONZÁLEZ CARBONELL (2002). “Modelo borroso de control de gestión de materiales”. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, Vol. XXXI, Nº112, abril-junio, pp. 431-459.
- RICO, M.A. y J. TINTO (2008) “Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables”. *Contaduría Universidad de Antioquía*, Nº52, pp. 199-214.
- ROSNER, R., C. COMUNALE and T. SEXTON (2006). “Assessing materiality: a new fuzzy logic approach”. *The CPA Journal*, Vol. 36, Nº76, pp. 26-28.
- SALA – I – MARTIN, Xavier (1990). “Lecture Notes on Economic Growth (I): Introduction to the literature and neoclassical models”. *National Bureau of Economic Research*. Working Paper Nº 3563. December. Cambridge.
- SALA – I – MARTIN, Xavier (1990). “Lecture Notes on Economic Growth (II): five prototype models of endogenous growth”. *National Bureau of Economic Research*. Working Paper Nº 3564. December. Cambridge.
- SAMUELSON, Paul A. and William D. NORDHAUS (1995) *Economics*. 15º edition. New Baskerville. McGraw Hill.
- SANSALVADOR SELLÉS, Manuel; Javier REIG MULLOR y José A. CAVERO RUBIO (2004). “Los costes intangibles de la calidad: propuesta metodológica de cuantificación”. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, Vol XXXIII, Nº 122, julio-septiembre, pp. 741-771.

- SAVAGE, Charles (1991). "Presentation at DECWORLD", The International Trade Show For Digital Equipment Corporation, Boston, Massachusetts.
- SCAGLIONE, Matías D. (2001). "Roles de la acumulación de capital y del progreso técnico en la teoría del crecimiento económico de Adam Smith". *Anales de la XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política*. Buenos Aires.
- SCHJÆR-JACOBSEN, Hans (2004). "Modeling of economic uncertainty". *Fuzzy Economic Review*, Nº2, Vol. IX, pp. 49-73.
- SHARPE, William F. (1964). "Capital Asset Prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk". *The Journal of Finance*, Vol. 19, Nº 3, pp. 425-442.
- SMITH, Adam (1776). *Investigación sobre la Naturaleza y Causas de la Riqueza de las Naciones*. 2º edición en español, 13º reimpresión. México. Fondo de Cultura Económica. 2004.
- SOLOW, Robert M. (1956). "A contribution to the Theory of Economic Growth". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, Nº 1, pp. 65-94.
- STEWART, Thomas A. (1997) *Intellectual capital: the new wealth of organizations*. New York. Doubleday/Currency.
- SUAREZ SUAREZ, Andrés S. (1998). *Decisiones Óptimas de Inversión y Financiación en la Empresa*. 18º edición. Madrid. Pirámide.
- URIEL, Ezequiel y Joaquín ALDÁS (2005). *Análisis Multivariante Aplicado*. Madrid. Thomson.
- VAN LEEUWEN, Bas (2007). *Human Capital and Economic Growth in India, Indonesia and Japan. A quantitative analysis, 1890-2000*. Utrecht. Disponible en <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2007-0614-201855/index.htm>. Fecha de consulta: 10 de marzo de 2009.
- VIEGAS, Juan C., Luisa FRONTI, Osvaldo A. CHAVES y Ricardo J.M. PAHLEN ACUÑA (1997). *Contabilidad: Presente y Futuro*. Buenos Aires. Macchi.
- VON ALTROCK, C. (1997). *Fuzzy Logic and NeuroFuzzy Applications in Business and Finance*. Englewood Cliffs. Prentice Hall.
- WEISBROD, Burton A. (1961). "The Valuation of Human Capital". *The Journal of Political Economy*, Vol. 69, Nº 5, pp. 425-436.

- WEISBROD, Burton A. (1966). "Investing in Human Capital". *The Journal of Human Resources*, Vol. 1, Nº 1, pp. 5-21.
- ZADEH, Lofti A. (1965). "Fuzzy Sets". *Information and Control*, Vol. 8, pp. 338-353.
- ZADEH, Lotti A. (2008). "Is there a need for fuzzy logic?". *Information Sciences*, Nº 178, pp. 2751-2779.
- ZHU, Zhi-hong and Da-wei XUE (2009). "Fuzzy Evaluation Model of Accounting Firm Knowledge Management Performance". *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, ICIII 2009, 2, art. Nº 5369204, pp. 75-78.
- ZIMMERMANN, Hans-Jürgen (1991). *Fuzzy set theory and its applications*. 2<sup>nd</sup> edition. Massachusetts. Kluwer Academic Publishers.